I.C. BOGHIŢOIU

CONSTRUCȚII ELECTRONICE PENTRU TINERII AMATORI



EDITURA ALBATROS

I. C. BOGHIȚOIU

CONSTRUCȚII ELECTRONICE PENTRU TINERII AMATORI



EDITURA ALBATROS • BUCUREȘTI • 1989

Ilustrația copertei: IORGOS ILIOPOLOS

Desene: C. CIACHIRIS

ISBN 973 — 24 — 0033 — 1

Cuvînt înainte

Prin automat *se înţelege, în general, un dispozitiv care efectuează — fără intervenţia omului — o anumită operaţie. Cuvîntul este de origine greacă,* automatos *şi are înţelesul de „care se mişca prin el însuşi" Preocuparea de a realiza mecanisme care să funcţioneze automat, adică fără intervenţia omului este destul de veche. Astfel este consemnat faptul că primele realizări în acest domeniu apar în perioada anilor 300 î.e.n., automatele respective bazîndu-se pe principiul plutitorului. Poate fi dat ca exemplu ceasul cu apă al lui Ktesibios, care la o anumită oră emitea un sunet sau lampa realizată de Philion, în anul 250 î.e.n., care realiza deplasarea automată a fitilului în funcţie de nivelul lichidului combustibil, precum şi un dispozitiv automat pentru deschiderea uşilor. Prima lucrare în care sînt descrise automatele vremii apare în primul secol al erei noastre, fiind intitulată* Pneumatica *şi scrisă de Heron din Alexandria.*

Generaţiile care au urmat, au adăugat fiecare cîte ceva la acest efort de eliberare a omului de activităţi dificile, obositoare, importanţa dispozitivelor create fiind în directă evoluţie cu nivelul cunoştinţelor tehnice.

În Europa evului mediu apare primul mecanism automat cu circuit închis de reglare, prin realizarea de către olandezul Cornelis Drebbel (1572—1633) a unui regulator de temperatură.

Urmează apoi invenţia lui Denis Papin care, în 1681, realizează mecanismul de reglare a presiunii din cazanele cu aburi, apoi englezul James Watt cu sistemul său centrifugal de reglare automată a turaţiei la maşinile cu abur.

În 1801, francezul J.M. Jaquard prezintă instalaţia automată de ţesut prin folosirea unor cartele perforate, iar în 1868, matematicianul J. C. Maxwell publică lucrarea Despre regulatoare, *prin care, pentru prima oară se pun bazele matematice ale reglării automate,*

A urmat apoi o gamă largă de aplicaţii în cele mai diverse domenii, începînd cu cele din industria alimentară pînă la puşca automată, de la automate muzicale pînă la sateliţii artificiali.

Toate aceste automate amintite sînt dispozitive pur mecanice, ele fiind constituite din resorturi, pîrghii, greutăţi etc., funcţionarea lor bazîndu-se pe gravitate, diferenţă de densitate, principiul vaselor comunicante, forţă centrifugă, curent electric, presiunea gazelor şi multe alte principii din fizică.

O dată cu descoperirea şi realizarea dispozitivelor electrice ca electromagnetul, releul, motorul electric şi altele, componenţa şi posibilităţile automatelor capătă noi dimensiuni.

Cu această ocazie s-a intrat în era automatelor electrice, saltul făcut în privinţa posibilităţilor de lucru fiind foarte mare.

Pot fi amintite centralele telefonice automate, electrovalvele, selsinul, acţionările prin relee etc.

Apariţia electronicii şi în special a microelectronicii, dezvoltarea tehnologiei calculatoarelor şi microprocesoarelor a dat un nou impuls tehnicii automatelor, intrîndu-se în etapa numită modernă, sau etapa automatelor electronice. De data aceasta automatele au început să pătrundă masiv în industrie, devenind o uriaşă sursă de noi tehnologii. Această vastă acţiune de folosire a automatelor în procesul de producţie a căpătat denumirea de automatizare.

De asemenea, totalitatea elementelor destinate automatizării funcţionării unei instalaţii tehnologice reprezintă dispozitivele de automatizare, *iar ansamblul compus din dispozitivele de automatizare şi instalaţia tehnologică este denumit* sistem automat.

În vorbirea curentă şi în literatura de specialitate întîlnim şi noţiunea de automatică *ce reprezintă de fapt partea ştiinţelor tehnice care se ocupă de teoria şi practica realizării sistemelor automate, destinate eliminării intervenţiei omului în elaborarea deciziilor directe, privind funcţionarea proceselor industriale precum şi a altor domenii de activitate.*

În ultimele decenii automatizarea s-a impus ca necesitate în scopul creşterii productivităţii muncii, creşterii calităţii produselor, a economisirii de materii prime şi energie, exploatării raţionale a utilajelor.

Odată cu efectele tehnico-economice ale procesului de automatizare, rezultă pe plan social o serie de aspecte pozitive legate de modificarea caracterului muncii, de îmbunătăţirea condiţiilor de muncă, de ridicarea gradului de securitate a muncii.

O primă fază legată de dezvoltarea şi aplicarea automatizării moderne a constituit-o telecomanda *caracterizată prin aceea că funcţia de decizie o deţine omul. Într-o telecomandă omul primeşte prin telemăsurare şi telesemnalizare date ce reflectă funcţionarea unui sistem, urmînd ca execuţia deciziei să se realizeze prin intermediul aparaturii de telecomandă.*

Cea de a doua treaptă a automatizării o reprezintă „conducerea automată" *caracterizată prin eliminarea intervenţiei directe a omului în elaborarea deciziilor legate de conducerea unui proces industrial, omului revenindu-i numai funcţia de supraveghere a funcţionării normale a sistemelor automate.*

Din punct de vedere structural un sistem automat poate fi de tip deschis *sau* de tip închis.

Sistemele de tip deschis *numite şi* sisteme de comandă *sînt caracterizate prin aceea că nu au inclusă legătura inversă (bucla de reacţie) de la ieşire la intrare. Ele funcţionează după un program impus şi nu pot fi comandate după abaterea din proces. De regulă sistemele deschise sînt instalaţiile de telecomandă. Ca exemplu, care este tratat şi în lucrarea de faţă, este comanda care se transmite de către staţia de radiodifuziune pe UUS, către receptorul radio, cînd începe emisiunea stereo, pentru ca acesta să fie trecut automat în acest mod de lucru. La fel şi în receptorul TV care trece automat de pe sistemul* PAL/SECAM.

Sistemul de tip închis *este cel mai răspîndit sistem de conducere automată, el fiind caracterizat prin aceea că posedă o legătură de la ieşire către intrare, legătură prin care se controlează şi dirijează desfăşurarea procesului automatizat în condiţii de urmărire şi reglare optimizată.*

Schema bloc generalizată a unui sistem de tip închis *cuprinde un etaj* „D" *numit* element de comparaţie, *care este înseriat cu un etaj* „R" *numit* regulator automat, *apoi un etaj* „E" *numit* element de execuţie *şi un alt etaj* „P" *introdus simbolic şi care reprezintă procesul industrial propriu-zis.*

Ultimul etaj, notat de regulă cu „M", *reprezintă legătura de reacţie inversă şi se conectează între ieşirea din etajul* „P" *şi intrarea în etajul* „D".

În etajul „D" *pătrunde o mărime de intrare* „i", *care reprezintă valoarea ce trebuie menţinută, şi o mărime* „r", *care reprezintă mărimea de reacţie. În acest etaj* „D" *cele două mărimi* (i *şi* r) *sînt comparate, rezultatul comparaţiei* ($a = i - r$) *fiind o mărime de acţionare* „a" *care apare ca ieşire din elementul* „D".

Elementul de măsurare „M" *care primeşte la intrare mărimea* „e" *şi asigură la ieşire mărimea de reacţie* „r" *care intră în* „D", *reprezintă elementul care este cunoscut şi sub denumirea de* traductor *sau* detector. *El are o importanţă deosebită datorită influenţei mari pe care o poate avea asupra mecanismului de conducere. Traductoarele măsoară de obicei temperaturi presiuni, viteze, nivele debite etc. El este elementul care intră în contact cu procesul industrial şi de la care preia parametrii cu care acesta lucrează. Despre cîteva tipuri de traductoare se tratează în capitolul 1 al acestui volum.*

Elementul „R", *care reprezintă regulatorul automat, este de fapt cel mai important etaj al unui sistem de conducere. În prezent există tendinţa de înlocuire a regulatorului automat cu calculatoare electronice.*

Rolul regulatorului automat este de a furniza la ieşirea sa o mărime de comandă „C" *în concordanţă cu mărimea de intrare* „a" *şi cu anumite* „*instrucţiuni*" *introduse prin însăşi construcţia regulatorului.*

Elementul de execuţie care urmează după regulator şi care este acţionat (condus) de regulatorul automat, prin mărimea „m" *produsă la ieşirea sa acţionează direct asupra desfăşurării procesului. Aceste elemente pot fi electromagneţi, electromotoare de diverse tipuri, relee, tiristoarele etc.*

Un exemplu simplu de sistem închis îl reprezintă instalaţia de menţinere a temperaturii într-un frigider.

Mărimea „i" *pe care o introducem atunci cînd acţionăm rozeta de fixare a temperaturii dorite este comparată cu temeratura* „t" *existentă în interiorul frigiderului, temperatură detectată cu ajutorul unui traductor de temperatură, care elaborează la ieşirea sa o mărime* „r".

Dacă diferenţa $i - r \neq 0$, *atunci intră în acţiune regulatorul automat care comandă funcţionarea electromotorului compresorului pînă cînd se obţine egalitatea* $i = r$. *Numărul şi varietatea automatelor electronice este foarte mare.*

O statistică arată că în 1986 pe glob se practicau 8 600 de meserii, iar în anul 2000 numărul acestora va spori cu circa 1 200 şi dacă considerăm că numai 10% din aceste meserii folosesc automatizarea electronică, rezultă ca necesare aproape 1 000 de tipuri de dispozitive de automatizare diferite, fiecare cu specificul şi complexitatea lui. Astăzi, în lume, problema automatizărilor electronice putem spune că este probelma cheie a tuturor industriilor. Productivitatea mare, calitatea deosebită şi preţul scăzut al produselor ieşite de pe o bandă automatizată sînt elementele ce însoţesc totdeauna acţiunea de introducere a automatelor electronice.

În țara noastră, datorită politicii partidului privind asigurarea bazei tehnico-materiale a construirii societății socialiste, introducerea automatizării în diversele ramuri ale economiei naționale a cunoscut o puternică dezvoltare.

Succese de seamă s-au obținut în special după cel de al IX-lea Congres al PCR, cînd problemele dezvoltării economico-sociale pe baze științifice și introducerea automatizării a devenit o practică statornică.

Astăzi în țara noastră există o puternică industrie, caracterizată printr-un ridicat grad de automatizare, avem fabrici specializate în producerea de elemente și echipamente de automatizare, fabrici de traductoare, institute de cercetare științifică privind automatizările cu puternice colective de cercetători și rezultate meritorii. Dezvoltarea de viitor a economiei noastre prevede acțiuni de amploare în care automatizarea va pătrunde și mai intens spre a contribui la cerința de bază de creștere a productivității și calității produselor. În Raportul prezentat la cel de al XIII-lea Congres al PCR, referindu-se la direcțiile de dezvoltare economico-socială în cincinalul 1986—1990 secretarul general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu arăta:

„Dezvoltarea industriei în cincinalul viitor se va realiza îndeosebi prin modernizarea mijloacelor de muncă și a structurii producției, ridicarea nivelului tehnic și calitativ al acestora, introducerea continuă și aplicarea largă a tehnologiilor automate. Va trebui să realizăm cu hotărîre programele privind mecanizarea, automatizarea și robotizarea tuturor sectoarelor economice." (Nicolae Ceaușescu, Raport la cel de-al XIII-lea Congres al PCR. Edit. Politică, București 1984 p. 18—19).

În același timp, grija pentru pregătirea tineretului, îndrumarea acestuia pentru o legătură permanentă cu practica, educarea lui prin muncă și pentru muncă, au fost și sînt privite în țara noastră cu toată seriozitatea.

Atelierele-școală și laboratoarele, literatura de specialitate pusă la dispoziția sa, concursurile de creație, schimburile de experiență au contribuit și contribuie din plin la atragerea tineretului către activități creatoare, către muncă pentru formarea omului de mîine.

Lucrarea de față care înglobează o serie de montaje electronice din domeniul automatizărilor precum și altor compartimente ale electronicii, urmărește formarea și dezvoltarea aptitudinilor practice, cunoașterea de noi aplicații interesante și utile ale circuitelor electronice.

Montajele propuse spre realizare folosesc componente de uz comun existente în magazinele de specialitate precum și unele componente pe care le putem confecționa singuri.

Capitolul 1

TRADUCTOARE

GENERALITĂȚI

Traductorul este un echipament component al unui sistem automat, care transformă o mărime de măsurat (supravegheat, reglat) într-o altă mărime aptă de a fi prelucrată de dispozitivul de automatizare. Avînd funcția de informare permanentă asupra unui anumit parametru specific, el face parte din intimitatea procesului controlat.

Locul traductorului în cadrul sistemului automat este între instalația care conține sediul procesului și elementul de comparație al dispozitivului de automatizare.

El este situat deci în calea informațională, avînd sensul de transmisie de la proces către sistemul de conducere.

Un traductor este compus din două elemente principale:

1) *Detectorul* (senzorul, captorul), care reprezintă elementul sensibil specific mărimii ce este măsurată (controlată). El este în contact permanent cu elementul controlat și realizează funcția de sesizare a variațiilor ce intervin. Exemplu de detector poate fi termistorul, cuarțul piezoelectric, celula fotoelectrică etc.

2) *Adaptorul*, care reprezintă partea ce prelucrează și convertește semnalul dat de detector într-o mărime utilizabilă de dispozitivul de automatizare.

În prezent se cunosc și se folosesc o varietate mare de traductoare, clasificate după mai multe criterii și anume:

a) criteriul principiului de funcționare.

b) criteriul naturii mărimii măsurate.

c) criteriul de formă al mărimii de la ieșire.

După criteriul principiului de funcționare al detectorului, întîlnim traductoare generatoare (cristalul piezoelectric, termocuplul etc.) și traductoare parametrice (termistorul, fototranzistorul etc.).

După natura mărimii măsurate se întîlnesc traductoare pentru mărimi electrice (curenți, frecvențe, puteri, rezistențe etc.) și traductoare pentru mărimi neelectrice (presiuni, temperaturi, viteze, distanțe etc.).

După forma mărimii (semnalului) obținute la ieșirea din traductor întîlnim traductoare analogice (dependența după o funcție continuă), traductoare cu impulsuri (unde mărimea de ieșire este o succesiune de impulsuri modulate) și traductoare numerice (unde rezultatul măsurătorii este furnizat sub formă numerică).

Pentru a fi eficient, un traductor trebuie să fie caracterizat prin : sensibilitate mare, stabilitate în timp, fiabilitate mai mare decît a sistemului supravegheat, specificitate, adică să acționeze numai la variațiile perimetrului supravegheat, histerezis (întîrziere), care să ducă la eliminarea comenzilor false sau oscilante, consum redus, simplitate și întreținere ușoară, insensibilitate la perturbații.

În practica curentă, pentru evaluarea precisă a caracteristicilor traductoarelor au fost stabilite relații de definire unanim recunoscute. Astfel sensibili-

tatea unui traductor reprezintă calitatea lui de a asigura variaţii mari ale semnalului de la ieşire (Δy) la apariţia unor variaţii cît mai mici captate la intrare de detector (Δu).

Cantitativ, sensibilitatea traductorului se poate exprima prin raportul:

$$S = \frac{V_{max} - V_{min}}{U_{max} - U_{min}}$$

în care se folosesc mărimile ce definesc limitele de măsurare, sau prin evaluarea de variaţii mici în jurul unui punct:

$$S_d = \frac{\Delta y}{\Delta u},$$

în care caz obţinem aşa-numita sensibilitate diferenţială.

Tot legat de sensibilitate mai este folosită şi noţiunea de prag de sensibilitate, care reprezintă cea mai mică mărime măsurabilă de la intrare care determină o variaţie măsurabilă (sesizabilă) a semnalului de la ieşire. Un traductor este cu atît mai bun, cu cît sensibilitatea sa este mai mare, iar pragul de sensibilitate cît mai redus.

În ceea ce priveşte activitatea practică, vom întîlni traductoare pentru măsurarea presiunii, a vitezelor, a temperaturilor, a radiaţiilor de tot felul, forţelor, contracţiilor etc.

În cele ce urmează este prezentată construcţia cîtorva tipuri de traductoare electronice care pot fi folosite cu succes în realizarea diferitelor mici automatizări. Simplitatea şi accesibilitatea montajelor prezentate oferă condiţii pentru modificări comode ale limitelor de măsură ale acestora, precum şi posibilitatea unor largi aplicaţii.

TRADUCTOARE PENTRU TEMPERATURĂ

Traductorul pentru măsurarea temperaturii poate folosi ca detector o gamă largă de dispozitive ca: termometre cu mercur, bimetale, termocupluri, termistoare, pirometre etc.

Dintre acestea am ales pentru a fi prezentat numai detectorul de tip termistor, pentru motivul că este simplu, stabil în funcţionare şi nu necesită complicaţii constructive deosebite.

Termistoarele sînt semiconductoare a căror rezistenţă electrică variază cu temperatura. Ele sînt de două tipuri: termistoare cu coeficient de temperatură negativ (CTN) şi termistoare cu coeficient de temperatură pozitiv (CTP) numite şi pozitoare sau termistoare reci.

Cel mai des utilizat este termistorul CTN, avînd proprietatea că rezistenţa sa electrică scade exponenţial atunci cînd temperatura creşte şi invers. El este realizat practic sub forma unui disc sau a unei picături (perlă) şi ca orice rezistor are două fire de conexiune. Ca material este folosit un amestec de Fe_3O_4, Zn_2TiO_2, $MgCr O_4$ sau Fe_2O_3, TiO_2 cu adaos de NiO, sau CoO sau Li_2O.

În cataloage, valoarea rezistenţei electrice a termistorului se dă pentru temperatura de +25°C (298,15 K).

Uzual se construiesc termistoare cu $R_{25°C}$ = 2 Ω ... 1 M Ω şi avînd domeniul temperaturilor de lucru cuprins între —1000°C la + 350°C. Un alt parametru de catalog al termistorului este coeficientul de temperatură „α", denu-

mit şi factor de proporţionalitate sau factor de amplificare. Acesta indică de fapt cu cît se modifică rezistenţa electrică a termistorului cînd temperatura mediului ambiant variază cu 1°C. Coeficientul α se exprină în %/1°C şi poate avea valori cuprinse între 3—15%/1°C. De notat că α scade invers proporţional cu pătratul temperaturii. Inerţia termică sau constanta de timp „τ" a termistorului, reprezintă timpul pentru care rezistenţa electrică a acestuia în urma unui salt de temperatură, se modifică cu 63,2% din valoarea iniţială. Ca valori uzuale vom întîlni $\tau = 1 \ldots 60$ s.

În ţara noastră se produc termistori la IPEE — Electro-Argeş (Curtea de Argeş), avînd seriile TG-121, TG 1000, TG 021; TG 1100, TG-621, TG 6000 etc. Aceştia sînt realizaţi fie sub formă de discuri avînd diametrul de 7 ..., ..., 9,5 mm, sau încapsulaţi într-o piesă cu secţiune hexagonală.

Temperatura mediului în care este folosit termistorul este preluată de aceasta fie direct din aerul înconjurător, fie prin fixarea termistorului cu un adeziv pe bază de răşină de piesa controlată. Conectarea termistorului în circuitul adaptorului, care va transforma modificarea rezistenţei electrice într-un semnal de ieşire, reprezentînd o tensiune sau un curent, se poate face în mai multe moduri. Astfel, termistorul se poate introduce ca braţ al unei punţi Wheatstone, urmînd ca tensiunea de dezechilibru să fie folosită ca semnal de ieşire, fie ca element al unui divizor de polarizare a bazei unui tranzistor, fie ca rezistenţă de comandă a unei reacţii în circuitele operaţionale, sau ca element de comandă al unei diode varicap.

Spre exemplificare prezentăm o schemă în care termistorul comandă deschiderea unui trigher prin modificarea tensiunii de polarizare (fig. 1)

Schema prezintă două stări; una în care temperatura mediului în care se află termistorul este sub valoarea de control (supraveghere) şi a doua stare cînd temperatura este deasupra acestei valori.

Termistorul R_{Th} va fi montat în incinta a cărei temperatură trebuie supravegheată, conectarea lui la restul schemei făcîndu-se cu un circuit bifilar. Tensiunea de ieşire se culege de la bornele rezistorului R_5.

Să presupunem că montajul trebuie să asigure menţinerea unei temperaturi constante $t = +70°C \pm 1°C$.

Pînă la atingerea valorii de +70°C termistorul prezintă o rezistenţă electrică pe care să o notăm cu R'_{Th}. În această situaţie schema trebuie astfel calculată încît tranzistorul T_1 să fie deschis, respectiv între baza şi emitorul lui să existe o tensiune de minim 0,65V. Această tensiune este asigurată de divizorul format din R_1 şi R_{Th} ţinînd cont şi de căderea de tensiune pe R_4.

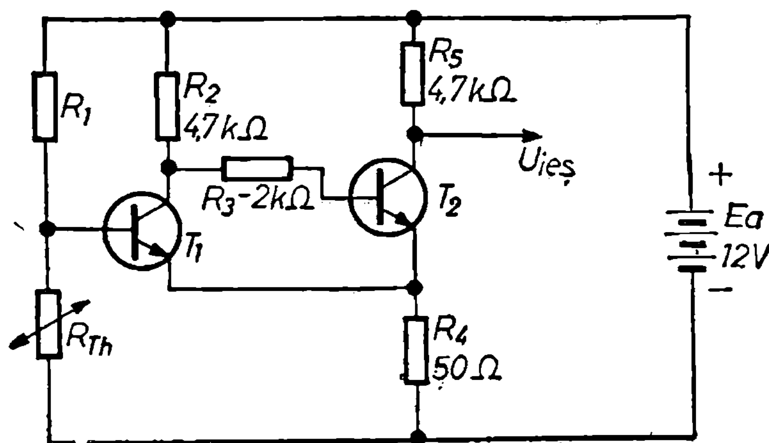


Fig. 1

Existenţa curentului I_1 prin tranzistorul T_1 face ca între colectorul şi emitorul său să existe o tensiune mai mică de 0,2 V.

Cum această tensiune este aplicată tranzistorului T_2 drept tensiune de polarizare, rezultă că T_2 va fi blocat, iar prin rezistorul R_5 nu va circula nici un curent, deci semnalul de ieşire este nul.

Pe măsură ce temperatura creşte, rezistenţa electrică a termistorului scade. În momentul în care temperatura a ajuns la + 70°C, termistorul prezintă valoarea R'_{Th} unde $R'_{Th} < R_{Th}$, iar tensiunea în baza lui T_1 scade (ca urmare a modificării raportului dintre R_1 şi R_{Th}) şi T_1 se blochează. Instantaneu are loc deblocarea lui T_2, acesta primind tensiunea de polarizare pe bază prin R_2 şi R_3. Curentul de colector din T_2 străbătînd şi rezistorul de sarcină R_5, face ca la bornele acestuia să apară o tensiune continuă, tensiune care constituie semnalul de ieşire ce va pune în funcţiune elementele de reglaj ale instalaţiei.

La scăderea din nou a temperaturii sub + 70°C valoarea lui R_{Th} creşte, T_1 se deschide din nou şi procesul se reia, schema acţionînd cu o eroare admisă mai bună de ±1°C.

Pentru calculul elementelor schemei funcţie de termistorul de care dispunem, respectiv de temperatura care trebuie controlată se pleacă de la curentul prin divizorul $R_1 - R_{Th}$ şi anume:

$$i_D = \frac{E_a}{R_1 + R_{Th}}.$$

Dacă tensiunea de alimentare E_a este constantă şi R_1 este constant rezultă că valoarea i_D se va modifica numai sub influenţa termistorului R_{Th}. De aici rezultă că tensiunea la bornele lui R_1 şi la bornele lui R_{Th} se modifică funcţie de valoarea temperaturii. În acest mod valoarea tensiunii de la bornele termistorului va fi:

$$U_{Th} = R_{Th} \times i_D$$

Înlocuind pe i_D cu valoarea găsită mai înainte obţinem:

$$U_{Th} = \frac{R_{Th} \cdot E_a}{R_1 + R_h} = \frac{E_a}{1 + \frac{R_1}{R_{Th}}}$$

Cînd $R_1 = R_{Th}$ se observă că $U_{Th} = \frac{E_a}{2}$, iar cînd R_{Th} tinde spre zero şi U_{Th} tinde spre zero. Cum pentru deschiderea tranzistorului T_1 este necesar ca tensiunea U_{Th} să fie minimă:

$$U_{Th} = 0{,}65 + U_{R4} \text{ (volţi)}$$

rezultă că între R_1 şi R_{Th} va trebui să fie un raport bine determinat. Folosind relaţia lui U_{Th} de mai înainte rezultă:

$$\frac{R_1}{R_{Th}} = \frac{E_a}{U_{Th}} - 1.$$

De aici rezultă valoarea necesară pentru R_1 şi anume:

$$R_1 = R_{Th}\left(\frac{E_a}{U_{Th}} - 1\right).$$

Exemplificînd, să considerăm că lucrăm cu un termistor care la atingerea temperaturii de + 70°C are valoarea de 500 Ω, iar sursa de alimentare este $E_a = 12$ V.

Pentru un curent de colector prin T_2 de 2 mA, căderea de tensiune pe R_4 va fi:

$$U_{R4} = R_4 \times i_1 = 50 \times 0{,}002 = 0{,}1 \text{ V}.$$

Cunoscînd că pentru o tensiune mai mică de 0,6 V între baza și emitorul lui T_1 (de ex. 0,55 V) acesta se blochează, rezultă că valoarea lui U_{Th} pentru ca schema să treacă în poziția cu T_1 blocat este:

$$U_{Th} = 0{,}55 + 0{,}1 = 0{,}65 \text{ V}.$$

Introducînd aceste valori în relația găsită pentru R_1 rezultă:

$$R_1 = 500\left(\frac{12}{0{,}65} - 1\right) = 8\,730\ \Omega.$$

Pentru obținerea unei rezistențe electrice cu asemenea valoare se recomandă folosirea drept R_1 a unui potențiometru de 10 kΩ care poate fi reglat cît mai convenabil.

La scăderea temperaturii, R_{Th} are tendința să crească. Considerînd că valoarea acestuia a crescut numai cu 50 Ω, devenind $R_{Th} = 550\ \Omega$, rezultă că prin divizorul $R_1 - R_{Th}$, astfel realizat, va circula un curent:

$$i_D = \frac{12 \text{ V}}{550 + 8\,730} = \frac{12 \text{ V}}{9\,280} = 0{,}0012931 \text{ A}.$$

Tensiunea la bornele termistorului va deveni:

$$U_{Th} = 550 \times 0{,}0012931 = 0{,}711205 \text{ V}.$$

Scăzînd din 0,711205 tensiunea de pe R_1 de 0,1 V rezultă că obținem o tensiune ce va tinde să deschidă din nou tranzistorul T_1. Semnalul cules la bornele lui R_5 poate fi folosit pentru deschiderea sau închiderea diferitelor circuite din sistemul supravegheat termic, posibilitățile de lucru fiind astfel foarte numeroase.

Cu rezultate foarte bune poate fi folosit ca detector de temperatură și tranzistorul, avantajul principal al acestei posibilități constînd în aceea că procurarea lui nu reprezintă o problemă. În acest sens sînt recomandate tranzistoarele cu germaniu de mică putere ca, de ex: EFT-317; OC-71; EFT-123; AF-125; OC-45 etc.

Tranzistorul folosit în acest scop se conectează în principiu cu baza în gol.

Această posibilitate se datorește faptului că la tranzistor curentul rezidual I_{CEo} (cu emitorul în gol) și tensiunea bază-emitor au o variație pronunțată cu temperatura. Astfel dacă luăm un tranzistor AF-125 și îl cuplăm cu emitorul și colectorul la un ohmmetru, vom constata că la o temperatură de + 20°C prezintă, în medie, o rezistență electrică de 30 k Ω, la + 40°C o rezistență în jur de 5 kΩ, iar la + 60°C o rezistență electrică de circa 1 kΩ. Valori asemănătoare se obțin și cu alte tipuri de tranzistoare cu germaniu. În cazul unor asemenea măsurători va trebui să urmărim ca la colectorul tranzistorului să fie aplicat electrodul ohmmetrului care are polaritatea negativă.

Dacă în timpul unei astfel de măsurători conectăm între bază și colector un rezistor, vom constata că valoarea rezistenței electrice prezentate de tranzistor scade, iar la montarea unui rezistor între bază și emitor valoarea rezistenței electrice crește.

Temperaturile de lucru pentru tranzistoarele cu germaniu folosite ca detectoare de temperatură sînt recomandate între —20°C și + 100°C, constanta de timp fiind sub 15 s.

În figura 2 sînt prezentate două scheme de traductoare de temperatură în care este folosit drept detector de temperatură un tranzistor cu germaniu tip EFT-317, notat în ambele cazuri cu T_1. Ambele scheme sînt alimentate cu 9 V.

În figura 2a, schema cuprinde detectorul propriu-zis, realizat cu T_1, și adaptorul realizat cu T_2 în montaj de repetor.

Schema are avantajul că influența sarcinii care se conectează la ieșire, respectiv în derivație pe R_4 nu se resimte către T_1.

La creșterea temperaturii mediului în care se află tranzistorul — detector T_1, curentul rezidual prin el crește, ceea ce corespunde scăderii rezistenței electrice prezentate de acesta între colector și emitor, respectiv a scăderii tensiunii de pe tranzistor. Invers, cînd temperatura scade, tensiunea între colector și emitorul lui T_1 crește. Prin intermediul rezistorului R_3, această tensiune este aplicată pe baza repetorului T_2. Tensiunea de ieșire se culege la bornele lui R_4. Variația semnalului cules urmărește, cu o întîrziere de cîteva secunde, variația temperaturii sesizate de T_1. Pentru valorile prezentate în schemă s-au obținut experimental următoarele rezultate. Pentru t = + 50°C, $U_{ieș}$ = = 2 V; pentru t = + 37°C, $U_{ieș}$ = 4 V; pentru t = + 20°C, $U_{ieș}$ = 7 V; pentru t = + 10°C, $U_{ieș}$ = 8,5 V etc.

Schema are foarte multe posibilități de reglaj a temperaturilor limită pentru care poate să funcționeze. Astfel, dacă se micșorează valoarea rezistorului R_1, rezistența electrică prezentată de tranzistorul detector crește, ceea ce înseamnă și creșterea semnalului de la ieșire și invers. Dacă se procedează la creșterea valorii lui R_2 semnalul de la ieșire se micșorează.

Pentru obținerea unor semnale de ieșire maxime de o anumită valoare, fie R_2 fie R_4 pot fi înlocuite cu potențiometri de aceeași valoare sau valori apropiate.

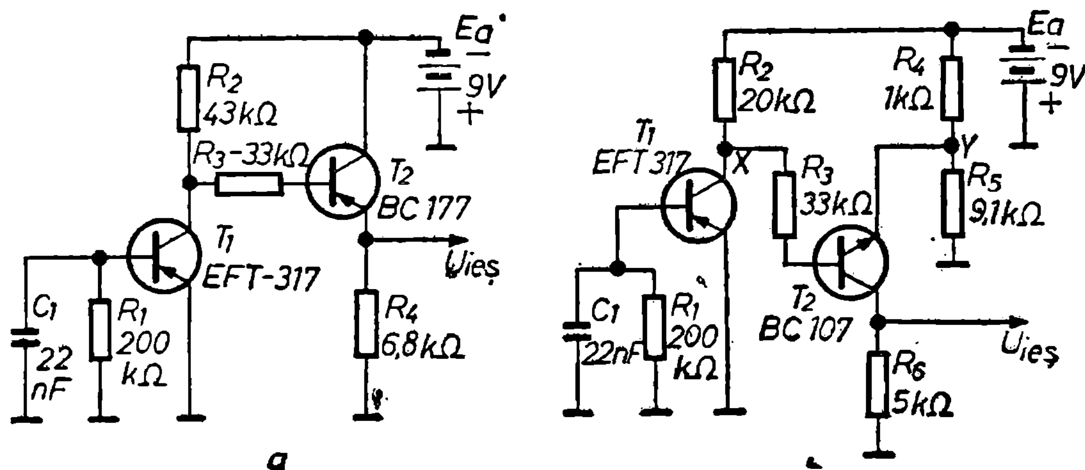


Fig. 2

Introducerea unui rezistor în circuitul de emitor al lui T_1 duce la o mai bună stabilitate și liniaritate.

Capacitorul C_1 din circuitul de bază are rolul de filtru, scurgînd către masă eventualele semnale parazite ce pot apare pe acesta. O condiție ca schema să-și păstreze valorile pentru care a fost etalonată este ca tensiunea de alimentare E_a să fie stabilizată.

În schema din figura 2 b, detectorul este același ca și în schema de mai înainte, ceea ce diferă fiind modul de culegere al semnalului. De fapt, rezistoarele R_2, R_4, R_5 și rezistența electrică prezentată de tranzistorul T_1 reprezintă o punte Wheatstone, semnalul de echilibru fiind cules din diagonala $X - Y$. Cînd tensiunea de la bornele rezistorului R_2 este egală cu cea de la bornele lui R_4, atunci tensiunea dintre baza și emitorul tranzistorului T_2 este nulă și ca atare tranzistorul este blocat. Semnalul cules la bornele rezistorului de sarcină R_6, care de fapt reprezintă semnalul de ieșire din traductor, este în acest caz nul.

Acest moment de echilibru se determină după cum este necesar, prin calculul corespunzător pentru divizorul $R_4 - R_5$. Astfel, dacă pentru temperatura de $+30°C$ care dorim să o evidențiem, tensiunea culeasă la bornele rezistorului R_2 este de 2 V, va trebui ca și la bornele lui R_4 să avem aceeași tensiune. Practic, între emitor și baza lui T_2 se va considera o tensiune cît mai apropiată de pragul de deschidere, o diferență de 0,5 V fiind suficientă. Asigurarea tensiunii necesare pe R_4 se obține prin calculul valorii acestuia, calcul care începe prin impunerea unui anumit curent prin divizorul $R_4 - R_5$. Astfel, dacă se pornește de la un curent prin divizor $i_d = 2$ mA și dacă tensiunea necesară la bornele lui R_4 este de 1,5 V va rezulta: $R_4 \doteq \frac{1{,}5\ \mathrm{V}}{0{,}002} = 750\ \Omega$.

De aici rezultă că, pentru operativitate, privind modificarea punctului de echilibru, este comod ca în locul lui R_4 să fie introdus un potențiometru cu scală gradată în temperatură. Creșterea temperaturii lui T_1 are ca efect creșterea tensiunii la bornele rezistorului și ca atare apariția unei tensiuni de ieșire la bornele lui R_6.

Prin modificarea rezistoarelor R_1 și R_2 se pot obține diferite limite convenabile ale temperaturilor supravegheate.

Pe timpul verificărilor sumare ale schemei, modificarea temperaturii tranzistorului T_1 se poate obține prin simpla atingere cu degetul a corpului acestuia.

Pentru etalonarea schemelor atît a celor cu termistoare cît și a celor cu detector cu tranzistor se va folosi o incintă termică controlată cu un termometru cu mercur de bună calitate.

TRADUCTOARE DE VIBRAȚII

Vibrațiile reprezintă procese dinamice care iau naștere în medii elastice în urma unor excitații. Acestea se manifestă sub forma unor oscilații mecanice a căror frecvență și amplitudine depind de natura și forma corpului în care iau naștere. Practic, întîlnim vibrații ale corpurilor solide (de ex. metal, lemn, ceramice etc.), ale mediilor lichide (de ex. apa) și mediilor gazoase (de ex. aerul). Traductoarele folosite în acest scop diferă de la caz la caz. Astfel, pentru mediile gazoase, traductoarele cele mai eficiente sînt cele echipate cu

microfon, deoarece aici vibrațiile se propagă sub forma undelor sonore, deci este vorba de o presiune acustică. În mediile lichide se folosește tot un gen de microfon, însă de o construcție deosebită.

În schimb, pentru vibrațiile din mediile solide, pentru detectarea oscilațiilor mecanice se utilizează traductoare de mărimi cinematice vectoriale, adică sesizarea deplasărilor, a vitezelor și accelerațiilor.

Traductoarele de vibrații sînt utilizate pentru controlul utilajelor în care apariția vibrațiilor mecanice poate avea un caracter nociv, pentru măsurători de vibrații în cazul unor echipamente supuse încercărilor precum și pentru supravegherea (paza) unor incinte prin metoda sesizării vibrațiilor mecanice.

În cele de față vom prezenta un traductor de vibrații pentru medii solide, realizat sub o formă destul de simplă, dar eficient pentru scopul în care este folosit.

Traductorul de vibrații propus spre realizare este destinat sesizării vibrațiilor produse de lovirea unui geam, deschiderea unei uși, mișcarea (deplasarea) unui obiect voluminos etc.

În principiu, detectorul de vibrații mecanice constă dintr-o lamă elastică încastrată la un capăt, prevăzută cu un contact electric la celălalt capăt precum și un inel metalic cu ajutorul căruia se reglează frecvența de oscilație. Această construcție care urmează să fie fixată cît mai solid de obiectul supravegheat se va cupla electric (cu un cordon bifilar) cu schema adaptorului. Dimensiunile lamei elastice pot diferi funcție de materialul folosit și de locul unde dorim să instalăm un asemenea traductor.

O soluție practică și eficientă constă în folosirea unei pînze de ferăstrău manual de tăiat metale (bomfaer).

O asemenea pînză are, de regulă, dimensiunile de 22 × 310 mm și o grosime de 1 mm, fiind prevăzută la capete cu două găuri ovale. Înainte de a descrie modul cum va trebui să montăm un detector de vibrații cu lamă, să efectuăm o experiență simplă folosind pînza de bomfaer. De rama unei ferestre deschise vom ține fixat cu degetul un capăt al pînzei, lăsînd celălalt capăt liber spre interiorul ramei. Cu cealaltă mînă lovim sau mișcăm brusc fereastra. Vom constata că lama va începe să vibreze, deplasarea capătului liber fiind cu atît mai mare cu cît lovitura este mai puternică. Aceeași experiență o putem face și pe o ușă, cu condiția ca pînza să fie fixată la o distanță de circa 10 mm de suprafața acesteia, folosind o piesă oarecare.

Închizînd sau deschizînd ușa, vom observa vibrațiile lamei elastice care, după încetarea impulsului primit, se amortizează în circa 10 s. Poziția pînzei față de sol poate fi orizontală sau verticală, amplitudinea mișcării diferind de la caz la caz. În acest scop, funcție de locul unde dorim să instalăm acest tip de detector, vom urmări prin încercări poziția optimă, respectiv cea mai mare amplitudine pentru cea mai mică excitație.

De la această experiență pînă la realizarea traductorului propriu-zis, totul este destul de simplu.

În primul rînd, de capătul liber al pînzei vom nitui un mic disc care va constitui unul din contactele electrice (contactul mobil). Materialul folosit drept nit de contact poate fi cuprul, alama sau cel mai indicat o platină scoasă fie de la un ruptor-auto uzat, sau de la contactele unui releu.

Dacă lama se fixează pe o ușă atunci vom folosi un distanțier metalic sau din lemn avînd lățimea pînzei, o lungime de circa 30 mm și o grosime de 10 mm, piesă ce are rolul de a menține suprafața pînzei la distanță de suprafața

ușii. Fixarea pînzei de ușă sau rama ferestrei se face cu ajutorul unui șurub de lemn.

Pentru a realiza legătura electrică cu această lamă, între distanțier și pînză vom introduce o plăcuță de alamă, groasă de maximum 1 mm — cu dimensiuni egale cu cele ale suprafeței distanțierului și avînd pe una din marginile laterale un vîrf de conectare a unui conductor electric.

Celălalt contact electric (contactul fix), cel în care lovește lama atunci cînd vibrează, va consta tot dintr-un mic disc fixat pe o plăcuță de alamă. Această plăcuță se va fixa la rîndul ei pe ușă în dreptul capătului orizontal al lamei, așa fel ca atunci cînd acestea se deplasează să stabilească ritmic un contact electric.

Pentru un contact mai sigur, cît și pentru limitarea amplitudinii lamei, contactul fix se poate realiza sub forma unei piese în U, în interiorul căreia să se deplaseze contactul mobil.

Cînd detectorul de vibrații se va fixa la fereastră, contactul fix va fi constituit dintr-o lamă rigidă din fier sau alt material și care cu un capăt să fie fixată de rama ferestrei, iar la celălalt capăt să fie montat contactul fix. Lungimea acestei piese urmează să fie determinată de dimensiunile ferestrei.

Cele două „platine" care vin în contact pe timpul vibrației vor fi legate electric la dispozitivul adaptor cu un conductor bifilar izolat.

Adaptorul poate fi un simplu avertizor optic sau acustic, sau un montaj mai complicat, care să transmită și la o distanță oarecare intrarea în funcțiune a detectorului. În figura 3 este dată schema traductorului de vibrație în care este utilizat ca element de preluare a vibrației un tiristor, *Ty*. În circuitul de anod al acestuia este introdus un bec avertizor. Dacă în locul becului se introduce un releu, acesta poate acționa, la rîndul lui, alte dispozitive. De asemenea, în locul becului poate fi introdus un oscilator audio care să fie alimentat prin intermediul tiristorului.

Această schemă cu tiristor prezintă avantajul că este suficient un singur impuls pentru ca circuitul de anod să fie stabilit și tiristorul să rămînă deschis. Pentru întreruperea circuitului tiristorului se va folosi întrerupătorul *Într* care va fi de tipul celor folosite la frigidere.

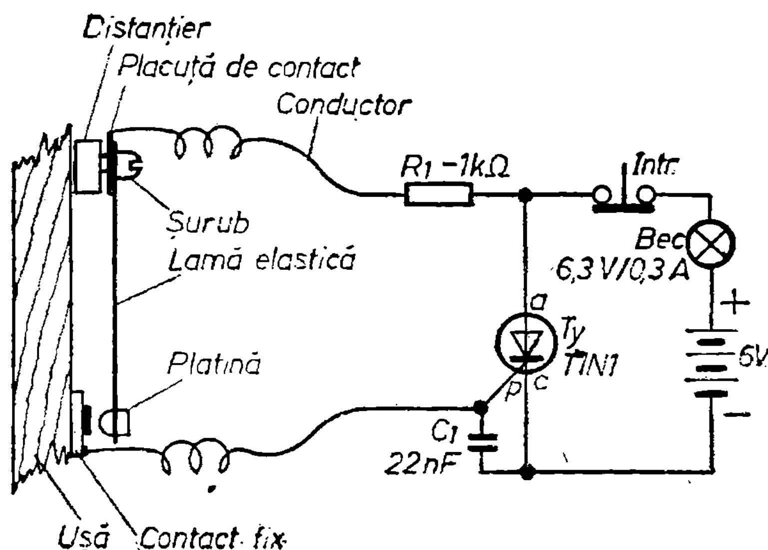


Fig. 3

Sensibilitatea detectorului cu lamă, din cazul de față, este cu atît mai mare cu cît distanța dintre platinele care vin în contact este mai mică; este posibil ca această distanță să fie reglată în jur de 2 mm.

Pentru a fi favorizate anumite frecvențe de oscilație, se recomandă ca pe lama vibrantă să fie fixat un „călăreț", adică o mică greutate care să poată fi deplasată pe lungimea acesteia.

În acest scop se va confecționa din tablă de aluminiu groasă de circa 2 mm un dreptunghi de 42 × 10 mm, care va fi modelat pe lamă ca un inel.

Deplasînd către un capăt sau celălalt această piesă, vom constata creșterea amplitudinii, respectiv creșterea sensibilității pentru anumite frecvențe.

Dacă dispunem de lame elastice de dimensiuni mai mici, ele pot fi folosite în același scop, însă cu recomandarea ca înainte de a fi prelucrate în scopul fixării, să fie verificate asemănător experienței descrise mai înainte.

Un alt detector de vibrații, funcționînd pe același principiu, dar care să fie sensibil la bătăi cu degetul în ușă sau în geamul unei ferestre, poate fi realizat în felul următor:

Dintr-o tablă oțeloasă groasă de 0,1 mm sau dintr-o lamă de ras se taie un dreptunghi de 2,5 × 43 mm. Înainte de a efectua această operație se recomandă ca tabla (lama) să fie decălită, operație care constă în încălzirea materialului pînă la roșu și răcirea lui lentă în aer.

În foaia astfel obținută, la ambele capete, la o distanță de 2 mm, se va da cîte o gaură cu un burghiu cu diametrul de 1 mm. După o ușoară finisare, piesa astfel obținută se va recăli. Într-una din găurile de 1 mm se va nitui un mic contact confecționat, dacă este posibil, dintr-o platină uzată, așa după cum s-a recomandat și pentru dispozitivul din figura 3. Înălțimea acestui contact mobil înspre partea în care atinge de contactul fix va trebui să fie de 1 ... 1,5 mm.

După această operație, pe lamelă se va fixa un călăreț confecționat din tablă de alamă de 0,2 mm. Acesta va consta dintr-o fîșie de 4 × 6 mm, care va fi modelată pe lamă ca un inel în așa mod ca partea deschisă a inelului să fie pe fața opusă contactului electric. Pentru o mai bună reușită se recomandă ca operația de modelare a inelului să se facă o pe altă lamă metalică, avînd aceleași dimensiuni, după care să fie introdusă pe lamă de oțel. După această operație, cu ajutorul unui fier de lipit vom încărca cu cositor zona de îmbinare a inelului.

Cantitatea de cositor depus va fi pe înălțime de 4—5 mm, așa fel ca greutatea călărețului realizat să fie cît mai mare. După aceasta operația se va urmări ca piesa mobilă (călărețul) să poată fi deplasată oarecum forțat de la un capăt la celălalt.

În continuare, vom tăia dintr-o placă de steclotextolit dublu placat și gros de 1,6 mm un pătrat cu latura de 10 mm. Pe una din suprafețele acestui pătrat vom încastra prin lipire cu cositor capătul liber al lamelei elastice. Încastrarea se va face așa fel ca numai 4 mm din lungimea lamelei să se afle în contact cu pătratul de steclotextolit și deci sub cositor. Urmează confecționarea piesei care va constitui contactul fix. Aceasta se va realiza din tablă de alamă groasă de 0,2 ... 0,3 mm și va avea forma unei lopeți, avînd suprafața de 10 × 12 mm și coada care pleacă din mijlocul laturii mari de 3 × 44 mm.

În plăcuța de 10 × 12 mm vom da, cu un burghiu cu diametrul de 2 mm, un număr de 5 găuri; una în centru și patru în jurul acesteia, dispuse pe diagonale.

În vîrful cozii de 3 × 44 mm se va nitui sau fixa prin lipire cu cositor un disc de alamă sau alt material, care va constitui contactul fix.

Piesa astfel confecţionată se va lipi cu cositor de placa de steclotextolit, pe faţa opusă celei de care, am fixat lama vibrantă, lipire care se va face aşa fel ca cele două contacte să se afle faţă în faţă. Tot din steclotextolit placat vom confecţiona o a doua placă, avînd dimensiunile de 10 × 20 mm şi cîte 4 găuri de 3 mm la capete. Pe această placă numită bază vom lipi cît mai simetric placa cu contacte, lipire care se va face între materialul placat şi marginile de 1 mm ale plăcuţei de alamă. Distanţa dintre contactele de platină va trebui să fie în jur de 1 mm. Detectorul astfel confecţionat se va cupla la o schemă electrică asemănătoare celei din figura 3.

Fixarea detectorului pe o uşă sau rama unei ferestre se va face cu şuruburi pentru lemn. În cazul fixării chiar pe sticla ferestrei vom folosi un adeziv obişnuit.

Pentru găsirea sensibilităţii optime a detectorului, pentru locul în care este fixat, se va regla din aproape în aproape poziţia călăreţului, în timp ce aplicarea excitaţiei mecanice se repetă cu aceeaşi intensitate.

Sîntem siguri că realizînd şi experimentînd cîteva modele din acest tip de traductor, constructorul amator îi va găsi multiple şi interesante aplicaţii.

TRADUCTOARE DE LUMINĂ

Radiaţia luminoasă reprezintă o emisiune electromagnetică cuprinsă în spectrul 0,4 μm la 0,76 μm numit şi spectru vizibil. Sesizarea unei asemenea radiaţii, respectiv a unei raze de lumină (în afara de ochiul vieţuitoarelor) poate fi obţinută tehnic cu ajutorul aşa-numitelor celule fotoelectrice. Acestea au rolul de a transforma semnalul luminos, în semnal electric.

Dispozitivele pentru conversia luminii în semnal electric cunosc astăzi o varietate constructivă destul de mare, cele mai moderne realizări în acest domeniu fiind cele cu semiconductori.

Traductoarele de radiaţii luminoase folosesc drept detector un asemenea dispozitiv optoelectronic, care poate fi o celulă fotoelectrică, o fotodiodă sau un fototranzistor. Semnalul obţinut de la un asemenea detector, totdeauna un semnal electric, este introdus în etajul adaptor al traductorului unde, de regulă, este amplificat sau transformat în oscilaţii electrice.

După modul în care este iluminat detectorul de lumină, traductoarele de radiaţie luminoasă pot fi de *tip activ* şi de *tip pasiv*. La cele de tip activ raza de lumină cade permanent pe detctor, traductorul urmînd să genereze semnalul de control atunci cînd raza de lumină este întreruptă. La traductoarele de tip pasiv, starea de lucru obişnuită este fără iluminarea detectorului, urmînd ca la apariţia razei de lumină să fie generat şi semnalul de lucru. Sînt situaţii însă cînd acelaşi traductor lucrează o parte din timp ca traductor activ, iar apoi ca traductor pasiv. Este cazul dispozitivelor automate de stingere şi aprindere a luminilor la lăsarea nopţii sau începutul zilei.

În cazurile în care semnalul de la ieşire este proporţional cu iluminarea (cazul fotodiodelor), se obţin traductoare capabile să conducă direct şi fără dificultate procesele tehnologice în circuitul cărora sînt introduse.

Cînd semnalul de la ieşirea detectorului fotoelectric nu este proporţional cu iluminarea (cazul fototranzistoarelor), atunci se folosesc scheme de tipul „tot sau nimic."

În industrie, traductoarele de lumină sînt foarte mult întrebuinţate, putîndu-se exemplifica aplicaţiile din industria grea, din agricultură, din medicină, transporturi, cercetarea ştiinţifică şi multe altele.

Detectorul de lumină de care poate beneficia constructorul amator poate fi de tip industrial sau poate fi unul obținut prin prelucrarea mecanică a unui tranzistor cu germaniu.

Industria noastră de semiconductoare produce o gamă largă de dispozitive fotoelectronice, cele mai reprezentative fiind celulele fotovoltaice tip: ROL 011, ROL 11, ROL 12, ROL 50; fotodiodele tip: ROL 021, ROL 21, ROL 22, ROL 25, ROL 27 și fototranzistoarele tip ROL 031, ROL 035, ROL 31, ROL 32 și grupa ROL 33.

Fotodiodele ROL 021, ROL 21 etc. sînt fabricate în tehnica planară cu siliciu, forma constructivă fiind asemănătoare LED-urilor. Ele funcționează în polarizare inversă, caracteristica curent-tensiune în absența iluminării fiind identică cu cea a unei diode obișnuite.

Datorită faptului că prin construcție zona transparentă rezervată pătrunderii luminii este o fereastră plană (ROL 22 etc.) sau o lentilă (ROL 21 etc.), aceste diode prezintă față de sursa de lumină o directivitate, cea mai strînsă fiind încadrată într-un unghi de $\pm 15°$.

Fotodioda se conectează totdeauna în serie cu un rezistor, așa fel ca anodul diodei să fie legat la un terminal al acestuia.

Sursa de alimentare se conectează cu plusul la catodul fotodiodei, iar cu minusul la celălalt capăt al rezistorului. Borna minus poate fi conectată la masa montajului. Semnalul electric ce apare la iluminarea fotodiodei se culege totdeauna de la bornele rezistorului. Un alt mod de conectare a fotodiodei este acela în care ea este introdusă în circuitul de polarizare al unui tranzistor.

Mai răspîndite sînt însă schemele de traductoare cu fototranzistoare. Constructiv, fototranzistorul este un tranzistor prevăzut cu o fereastră de acces a luminii și la care în locul semnalului electric aplicat de regulă pe bază, se folosește ca element de comandă lumina.

Majoritatea fototranzistoarelor nu au prevăzut terminalul de bază, ci numai terminalul corespunzător emitorului și cel corespunzător colectorului.

Unele fototranzistoare, cum este cazul modelului ROL 33, au prevăzut și terminalul bazei, motiv pentru care acesta poate fi folosit la întuneric ca orice tranzistor obișnuit.

Față de fotodiode, fototranzistoarele au o sensibilitate de 100—300 de ori mai mare.

Printr-un fototranzistor, cu baza liberă și în absența luminii va circula între emitor și colector așa-numitul curent de întuneric:

$$I_D = \beta I_{CBO}$$

unde: β = factorul de amplificare al tranzistorului; I_{CBO} = fotocurentul generat de joncțiunea bază-colector pentru iluminarea $E = 0$.

Cînd fotojoncțiunea bază-colector este iluminată, prin aceasta ia naștere un curent de iluminare, I_l, cu atît mai mare cu cît iluminarea este mai mare, iar curentul de colector va deveni;

$$I_L = \beta\ (I_{CBO} + I_l)$$

Caracteristicile în planul $I_C - U_C$ ale unui fototranzistor sînt asemănătoare cu cele ale unui tranzistor, cu deosebirea că la fototranzistor, rolul curentului de bază (polarizare) îl are iluminarea.

Fototranzistoarele ROL 31 și ROL 32 produse în țara noastră au o sensibilitate maximă pentru o lungime de undă de 850 nm. Tensiunea U_{CE}, de lucru, este de max. 20 V, iar $P_d = 200$ mW.

Curentul de colector în condiții de întuneric, $I_D = 10$ nA, iar curentul de colector la o iluminare de 1 klx este de $I_L = 10$ mA. ROL 31 are o directivitate de $\pm 10°$, iar ROL 32 de $\pm 30°$.

Cînd nu dispunem de un fototranzistor industrial, putem obține un asemenea dispozitiv dintr-un tranzistor cu siliciu cu capsulă metalică de tipul BC 107, BC 108 sau BC 109, în stare bună.

Pentru aceasta, prin pilire vom îndepărta căpăcelul metalic al capsulei tranzistorului, urmărind ca joncțiunile să nu fie distruse și nici ca resturi de pilitură să pătrundă în interior.

Pentru protecția contra prafului, contra umezelii sau pentru a fi ferit de deteriorări ale joncțiunilor, tranzistorul astfel deschis va trebui să fie protejat. Soluții posibile în acest sens ar fi următoarele:

— confecționarea unei piese din material transparent (plexi, polistiren etc), care să fie fixată peste cilindrul de metal rămas în jurul joncțiunilor.

— introducerea tranzistorului „deschis" într-un tub de sticlă (de la o fiolă) și apoi ermetizat cu o soluție oarecare.

— aplicarea peste fereastra prin care privim în interiorul tranzistorului, și prin care vor pătrunde razele de lumină, a unei foițe de material plastic transparent, care să fie legată de corpul rămas al tranzistorului cu o ață subțire.

— aplicarea peste joncțiunile din interiorul cilindrului deschis a unei picături de soluții pe bază de polistiren incolor, soluție care după uscare să constituie o peliculă protectoare.

După măsurile de protecție a tranzistorului prin una din soluțiile prezentate sau prin alt procedeu, se va trece la verificarea integrității acestuia, controlînd cu un ohmmetru buna funcționare a joncțiunilor B—E și B—C.

Rezultate foarte bune se obțin și în cazul decapsulării unui tranzistor de putere tip 2 N 3055.

Verificarea tranzistorului astfel prelucrat, în funcția de fototranzistor, se va face cu ajutorul unui ohmmetru cuplat între colectorul și emitorul acestuia. Îndreptînd fereastra creată prin îndepărtarea căpăcelului către o sursă de lumină, va trebui să constatăm o scădere a rezistenței electrice prezentate de dispozitiv pînă aproape de 1 000 ohmi, în timp ce în lipsa iluminării rezistența este mult mai mare de 1 M Ω.

Cîteva moduri posibile de conectare a unui fototranzistor (realizat chiar dintr-un BC 107 etc.) într-un montaj de traductor sînt redate în figura 4.

Din aceste montaje, cele din figurile 4a și 4b dau la bornele de ieșire semnale de curent continuu, iar cele din figurile 4c și 4d dau oscilații de joasă frecvență.

Montajul din figura 4a cuprinde un fototranzistor din tipurile curente (sau realizat dintr-un BC 107) și un tranzistor npn tip BC 107, sau orice alt tip din această categorie.

Fototranzistorul este conectat în circuitul de polarizare al tranzistorului T_1, acesta fiind montat în regim de repetor.

Cînd FT_1 nu este iluminat, rezistența sa internă este foarte mare, ceea ce nu permite ca tensiunea sursei de alimentare „E_a" să ajungă la baza lui T_1. În aceste condiții, T_1 este blocat, ceea ce înseamnă că prin R_1 nu circulă nici un curent și deci tensiunea de ieșire $U_{ieș}$ este nulă.

La apariția luminii pe fereastra de acces a FT_1, acesta devine conductor, prin el începe să circule curentul de colector care obligatoriu va trece și prin R_1.

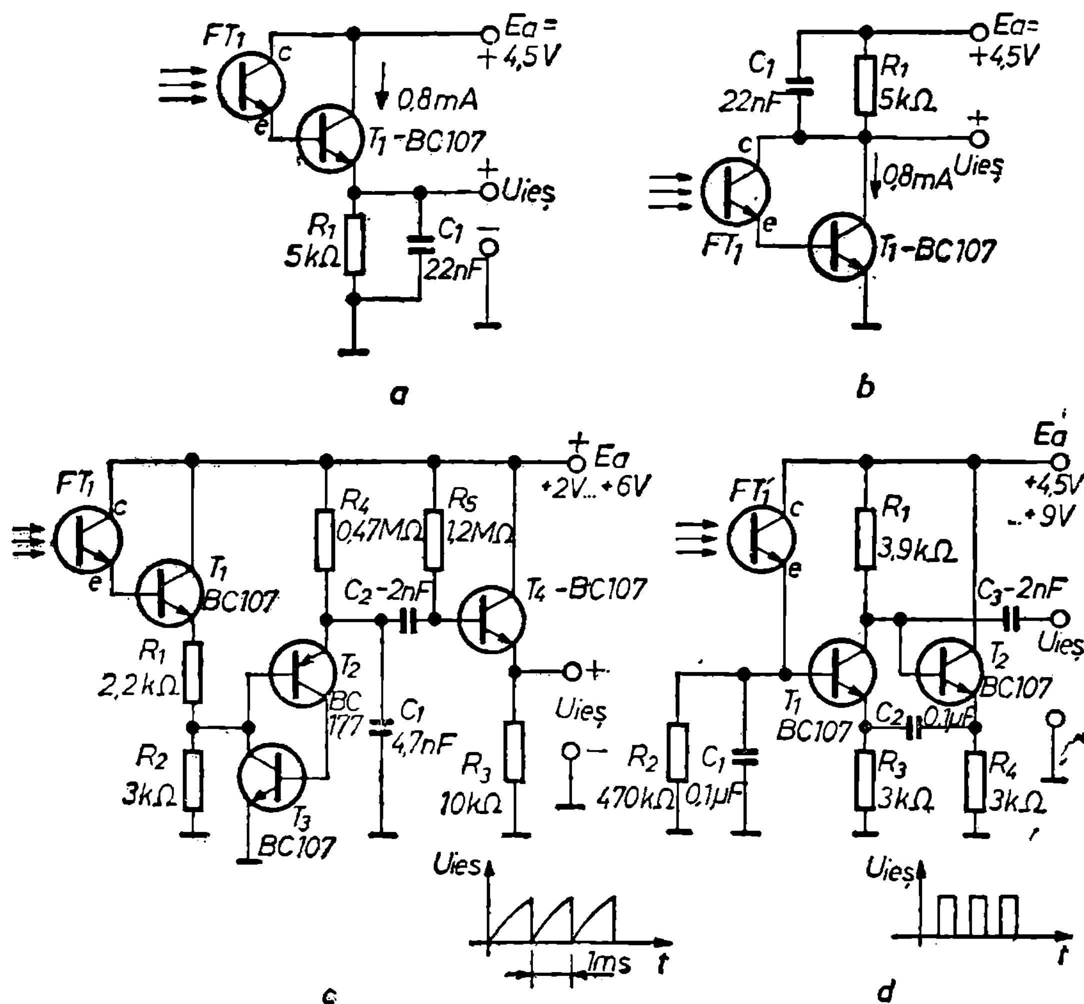


Fig. 4

În acest mod, la bornele rezistorului R_1 apare o tensiune continuă de ieșire, care reprezintă răspunsul traductorului la apariția luminii. Traductorul este de tip activ, semnalul de ieșire existînd numai la apariția luminii.

Pentru a realiza un montaj de tip pasiv, adică semnalul să dispară la apariția luminii locul lui FT_1 va fi schimbat, montîndu-l cu colectorul la baza lui T_1, iar cu emitorul la masă. În același timp, între baza lui T_1 și „+ E_a" se va cupla un rezistor de 33 kΩ. De data aceasta, în lipsa luminii rezistorul de 33 k Ω va asigura deblocarea lui T_1 și deci existența unei tensiuni permanente la bornele de ieșire. La apariția luminii, rezistența mică a FT_1 deschis face ca potențialul la baza lui T_1 să fie apropiat de zero și ca atare semnalul de la ieșire să dispară. Tensiunea continuă la bornele lui R_1 (din fig. 4a) cînd FT_1 este iluminat, este de peste 4V.

Pentru a culege diferite valori ale semnalului de ieșire, în locul lui R_1 se poate monta un potențiometru, de la cursorul căruia să fie culeasă tensiunea dorită. Capacitorul C_1 din circuit are rol de filtru, scurgînd la masă eventualele semnale de frecvență ridicată care ar putea să apară în circuitul de ieșire.

Montajul din figura 4b este realizat ca amplificator, semnalul de ieșire culegîndu-se de la bornele lui R_1.

Acest traductor este tot de tip activ, semnalul de ieșire fiind condiționat de existența iluminării lui FT_1.

Tensiunea de ieșire și pentru acest montaj este tot de peste 4 V. Semnalele obținute de la aceste tipuri de traductoare pot fi folosite pentru a pune în funcțiune, sau a opri, funcționarea unor dispozitive de automatizare.

Montajul din figura 4c este un traductor de mare eficiență, el asigurînd la bornele de ieșire un semnal de forma unor impulsuri, avînd frecvența în jur de 1 Hz.

Fototranzistorul FT_1, împreună cu T_1, funcționează conform schemei din figura 4a. Tranzistoarele T_2 și T_3 lucrează ca tiristor simulat, electrodul (poarta) de comandă fiind baza lui T_2. Oscilațiile de relaxare care se obțin depind de valorile lui C_1 și R_4 și apar ca urmare a încărcării lui C_1 prin R_4 și descărcarea lui pe tiristorul simulat. Oscilațiile astfel generate sînt conduse prin C_2 în baza lui T_4 montat ca repetor.

Semnalul de ieșire se culege la bornele lui R_3. La apariția luminii, prin T_1 va circula un curent care închizîndu-se și prin R_2 va crea la bornele acestuia o tensiune continuă. Această tensiune va deschide circuitul tip tiristor. La dispariția luminii, pulsațiile dispar brusc. O caracteristică importantă a schemei este faptul că apariția și dispariția oscilațiilor se face brusc și totdeauna pentru aceleași intensități de iluminare. Alimentarea montajului se poate face cu o tensiune cuprinsă între 2 V și 6 V.

Montajul din figura 4c asigură de asemeni o oscilație la bornele de ieșire atunci cînd FT_1 este iluminat, însă acest semnal are forma unor impulsuri dreptunghiulare, avînd o frecvență de repetiție dată de relația:

$$f_{(Hz)} = \frac{0,6}{R_1 \times C_2}$$

unde R_1 și C_2 din schemă se exprimă în ohmi, respectiv în farazi.

Montajul realizat cu T_1 și T_2 reprezintă un circuit basculant astabil cu cuplaj pe emitor. Fototranzistorul FT_1 atunci cînd este iluminat și deci este deschis, lucrează ca rezistență ce asigură tensiunea de polarizare a bazei lui T_1. Pentru valorile date se obține o frecvență de circa 1 500 Hz. Semnalul de ieșire se culege prin C_3. Valoarea sarcinii care se poate conecta la bornele de ieșire nu trebuie să coboare sub 1 k Ω. Tensiunea de alimentare poate fi cuprinsă în intervalul 4,5 V — 9 V.

Montajul funcționează foarte stabil și cu un fototranzistor obținut dintr-un BC 107.

Diversitatea instalațiilor în care pot fi folosite aceste dispozitive traductoare este foarte mare. În capitolul ce urmează sînt prezentate cîteva aplicații, dar fără îndoială că cel ce a reușit să stăpînească realizarea și reglarea lor va fi în măsură să conceapă și să aplice această tehnică în multe cazuri ale activității sale.

TRADUCTOARE DE UMIDITATE

În foarte multe instalații se folosește cu multă eficiență și familia traductoarelor de umiditate. Acestea sînt dispozitive care fie că sesizează prezența sau lipsa umidității fie că măsoară cantitativ valoarea acesteia. Atît într-un caz cît și în celălalt traductorul poate semnaliza optic sau acustic depășirea unui prag sau poate acționa asupra unor regulatoare care în final să pună în

funcțiune, pompe, robinete, ecluze etc. Principiul de funcționare al detectorului de umiditate, aflat în structura traductorului, poate fi diferit. Astfel vom întîlni detectoare de tip mecanic, de tip electrochimic , de tip rezistiv, de tip capacitiv etc.

Dintre acestea vom prezenta în cele ce urmează traductorul cu detector tip rezistiv.

Detectoarele de umiditate de tip rezistiv se bazează pe principiul măsurării sau a sesizării rezistenței electrice a unor lichide sau a unor mase organice.

Astfel, două plăci metalice, de suprafață S, izolate între ele și aflate la o distanță d una de alta, vor prezenta, atunci cînd se află în aer (mediu uscat), o rezistență electrică de ordinul zecilor de M Ω. În momentul în care între aceste două plăci pătrunde un lichid conductor, rezistența electrică se micșorează mult, putînd ajunge la valori de ordinul miilor de ohmi.

Scăderea rezistenței electrice dintre cele două armături metalice se datorește conducției ionice ca urmare a existenței de săruri minerale în lichidul respectiv. De aici și concluzia că nu pentru orice lichid se poate folosi un asemenea detector, ci numai pentru acele lichide care sînt conductoare electrice. Dintre acestea pot fi enumerate următoarele: lichidele conținînd acizi sau baze în concentrație slabă, lichidele conținînd sulfat de cupru, apa de mare și de rîuri, apa de băut, preparate lichide ca cele de tip limonadă etc.

Dintre lichidele neconductoare se pot enumera: benzina, uleiurile alcoolul, apa distilată etc.

Dacă cele două plăci metalice de care am amintit mai înainte sînt introduse în sol uscat, rezistența electrică ce poate fi măsurată între ele este de ordinul sutelor de kΩ. Dacă solul este umezit, rezistența electrică scade de cîteva zeci de ori. Plecînd așa dar de la aceste constatări s-au realizat diferite forme constructive de detectoare de umiditate, pentru toate fiind caracteristic cele două armături metalice (plăci) despărțite printr-un material izolator.

În figura 5 prezentăm cîteva traductoare de umiditate, dintre tipurile cele mai reprezentative.

Astfel montajul din figura 5a, care este un montaj foarte sensibil scopului propus, poate servi drept detector de picături de ploaie, detector de început de inundație, indicator de nivel al lichidului dintr-un vas (bazin, rezervor etc.). Elementul care intră în contact cu picăturile de apă sau cu pelicula de apă este constituit din două armături, de forma unei furci, care se întrepătrund. Practic, această piesă va fi realizată dintr-o bucată de material simplu placat (de exemplu steclotextolit), avînd dimensiunile de 30 × 80 mm. Obținerea celor două armături conform desenului se va face după același procedeu ca cel folosit pentru realizarea de cablaje imprimate, cu o distanță între armături de minim 1 mm. Legătura între acest sesizor și restul montajului se va face cu un cablu de legătură bifilar izolat, care poate avea o lungime de pînă la 20 m. Atunci cînd plăcuța astfel realizată nu este umezită, prezintă între bornele $a - b$ o rezistență de minimum 5 M Ω, iar cînd este umezită o rezistență sub 10 kΩ.

Din punct de vedere al funcționării, montajul are două poziții; o poziție de așteptare și o poziție de lucru.

În poziția de așteptare, caz în care consumul de curent din sursa de 4,5 V este de circa 20 microamperi, sesizorul este uscat și T_1 nu primește nici un fel de polarizare pe baza sa. Ca atare, T_1 este blocat și totodată este blocat și T_2 datorită cuplajului tip Darlington.

În acest mod, polarizarea bazelor tranzistoarelor T_3—T_4 prin R_4 și R_5 este întreruptă, motiv pentru care și aceste tranzistoare vor fi blocate. Sem-

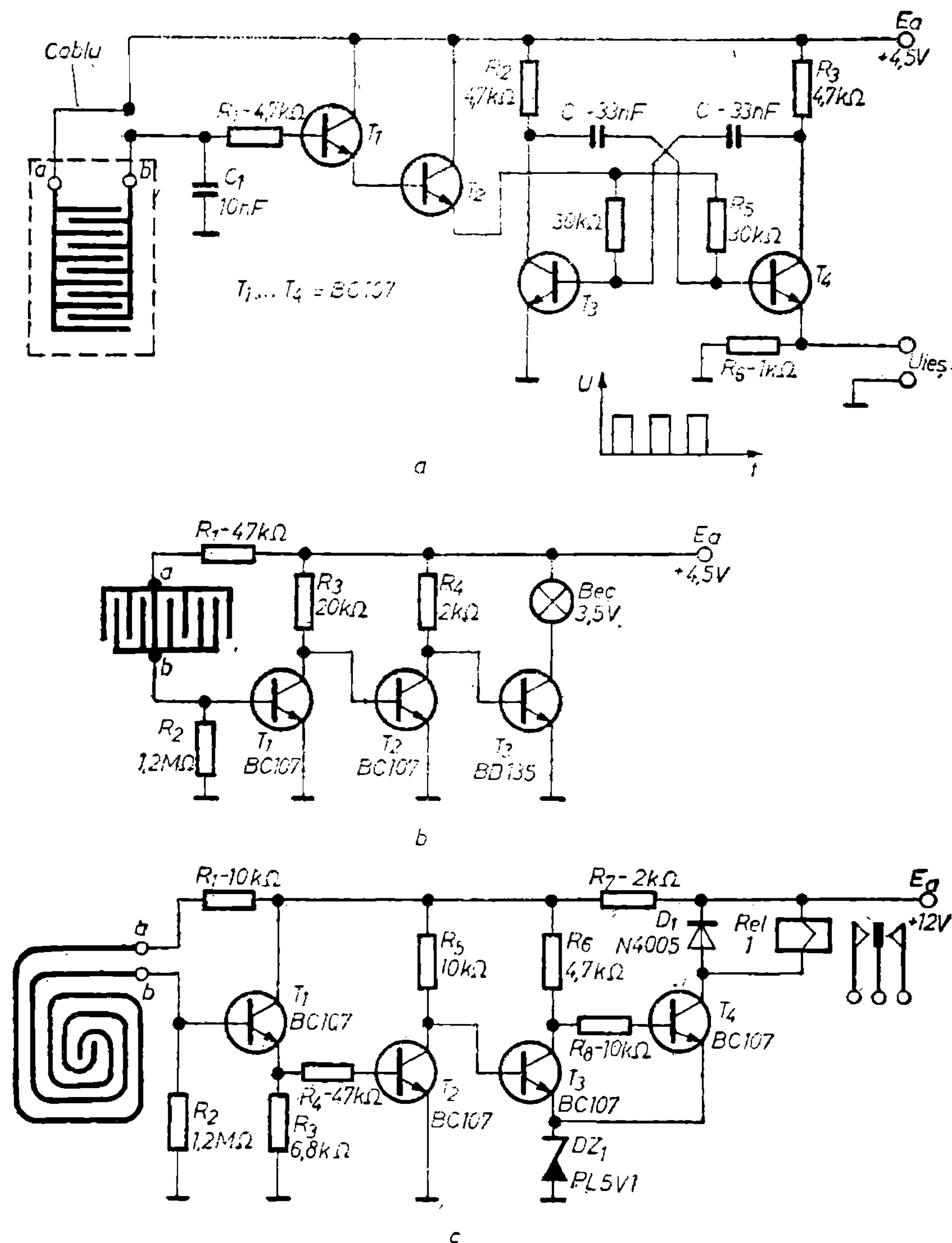


Fig. 5

nalul de ieşire care se culege de la bornele rezistorului R_6 este în acest caz nul. În această poziţie de aşteptare, traductorul poate să stea un timp nedefinit. La apariţia picăturilor de ploaie, sau a unei pelicule de lichid între spaţiile dintre cele două armături ale senzorului, se creează condiţia de închidere a circuitului de polarizare a bazei lui T_1 de la „ $+E$" prin rezistorul R_1 şi rezistenţa electrică prezentată de senzor. Astfel se deschide T_1 şi simultan T_2.

Cum curentul de colector al lui T_2 este şi curent de bază al tranzistoarelor $T_3 - T_4$ transmis prin $R_4 - R_5$ rezultă că acestea se vor debloca.

Aflate în montaj tip multivibrator astabil, tranzistoarele $T_3 - T_4$ împreună cu celelalte componente vor bascula periodic, asigurînd la bornele lui R_6 un semnal de ieşire format din impulsuri, avînd o frecvenţă de repetiţie în jur de 1,5 kHz. Acest semnal, prin intermediul unui amplificator audio simplu, poate fi folosit drept semnal de avertizare sonoră locală sau la distanţă. Acelaşi semnal de ieşire poate fi folosit pentru a pune în funcţiune, prin intermediul unor relee, diverse dispozitive de comandă. Schema astfel realizată poate funcţiona şi prin atingerea suprafeţei sesizorului cu degetul, schemele cu buton tip senzor fiind aşadar tot o aplicaţie a traductoarelor de umiditate.

Montajul din figura 5 b reprezintă tot un traductor de umiditate, avînd trei tranzistoare cuplate galvanic şi alimentat de la o sursă de 4,5 V.

Semnalul de ieşire se culege din colectorul tranzistorului T_3; în cazul schemei prezentate este introdus un bec tip lanternă, care avertizează optic apariţia umidităţii. În poziţia de aşteptare, tranzistorul T_1 este blocat, creînd astfel posibilitatea ca T_2, prin R_3, să primească tensiune de polarizare şi deci să fie deschis şi astfel tensiunea între colectorul său şi masă să fie de circa 0,3 V.

Avînd aplicată pe bază tensiunea de 0,3 V, tranzistorul T_3 va sta blocat şi deci becul nu va ilumina.

La umezirea sesizorului, T_1 conduce, iar tensiunea mică de la colectorul său face ca T_2 să fie blocat. De data aceasta, T_3 va primi tensiunea de polarizare prin R_4, permiţînd becului să se aprindă.

Un alt exemplu de traductor de umiditate este cel prezentat în figura 5c. Este vorba de o schemă care în final acţionează un releu electromagnetic, *Rel. 1*, care poate conecta la rîndul său electroventile, electropompe etc.

Pentru ca releul să fie acţionat ferm, respectiv pentru a evita situaţia de vibraţie a contactelor sale, schema este echipată cu un trigher format din tranzistoarele $T_3 - T_4$.

Sesizorul este realizat din două armături dispuse în spirală şi cuplat cu cele două borne *„a"* şi *„b"* în circuitul de polarizare al bazei tranzistorului T_1. În starea de aşteptare, adică atunci cînd sesizorul este uscat, tranzistorul T_1 nu conduce, prin R_3 necirculînd curent.

Cum T_2 preia tensiunea de la emitorul lui T_1 rezultă că şi T_2 va fi blocat.

În acest fel este creată condiţia ca T_3 să primească tensiunea de polarizare prin R_5 şi să se deblocheze. Curentul său de colector trecînd prin dioda Zener DZ_1 (PL 5 V 1) o va deschide, aducînd emitoarele lui T_3 şi T_4 la o tensiune de $+$ 5,1 V faţă de masă.

Neavînd asigurată tensiunea de polarizare, T_4 va sta blocat şi ca atare releul *Rel. 1* va fi neanclanşat.

La umezirea sesizorului, T_1 se deschide, se deschide şi T_2 datorită tensiunii de polarizare, culeasă de la bornele lui R_3, iar tranzistorul T_3 se va bloca. Blocarea lui T_3 nu va avea loc însă decît în momentul în care tensiunea de la baza sa coboară sub pragul de 5,1 V, asigurat de dioda DZ_1.

Urmează deblocarea lui T_4 şi totodată atragerea releului *Rel. 1.*

Releul folosit în cazul de faţă va fi de tipul celor care funcţionează la o tensiune de 6 V.

Traductoarele de umiditate prezentate pot fi folosite cu foarte bune rezultate și ca detectoare de nivel. În acest caz, sesizorul se poate folosi așa cum a fost prezentat, sau se poate înlocui cu un sesizor constituit dintr-un cilindru metalic (borna *a*) avînd în interior un electrod central (borna *b*). Sesizorul se va fixa în interiorul vasului ce trebuie controlat și anume la înălțimea la care trebuie să se ridice lichidul.

TRADUCTOARE DE PROXIMITATE

În tehnică, noțiunea de proximitate se referă de regulă la gradul de apropiere dintre două corpuri. În multe instalații tehnice se întîlnesc cazuri unde controlul poziției unui dispozitiv față de altul face parte din însăși procesul tehnologic, motiv pentru care acestei tehnici i se acordă de mai multă vreme o mare atenție. Acest control al poziției dintre dispozitive aflate în deplasare dintre care unul reprezintă sistemul de referință se face cu ajutorul traductoarelor de proximitate. De reținut că acest control se face fără existența vreunui contact galvanic între cele două corpuri, traductoarele de proximitate cele mai răspîndite, avînd o caracteristică tip releu („tot sau nimic"), adică semnalul de ieșire reprezintă prezența sau absența obiectului controlat. Ca exemple, amintim cazul traductoarele de proximitate care controlează poziția de capăt de cursă al unui suport ce poartă o piesă supusă prelucrării, cazul cînd se controlează apropierea pînă la o anumită distanță a două piese sau cînd este sesizată prezența (apariția) unui obiect în zona controlată.

În viața de toate zilele, traductorul de proximitate poate fi folosit pentru controlul deschiderii sau închiderii unei uși sau a unei ferestre, pentru avertizarea depărtării nedorite a două obiecte (lăzi, dulapuri etc.) pentru controlul existenței unui obiect metalic (cazul detectoarelor de metale), pentru sesizarea apropierii unei persoane, pentru controlul parcării unui autovehicul în garaj etc.

În continuare vom prezenta modul de realizare a două tipuri de traductoare de proximitate: magnetic și inductiv.

Prima construcție propusă constă dintr-un contact întrerupător — de regulă tip Reed — și dintr-un magnet permanent. Cînd magnetul se află la o distanță foarte mică de contactul întrerupător, acesta se închide, efectuînd astfel închiderea unui circuit electric. Cînd magnetul permanent este îndepărtat de contact, acesta revine în starea inițială, de repaus, întrerupînd astfel circuitul.

Principiul care stă la baza funcționării acestui tip de traductor, este proprietatea unui magnet de a atrage orice obiect feromagnetic aflat în cîmpul său de acțiune. Astfel dacă apropiem un magnet de un cui sau de o lamă de ras, vom observa că aceste corpuri vor fi atrase cu repeziciune de către magnet. De asemeni, dacă fixăm o lamă de ras la un capăt și apropiem de ea un magnet vom observa că lama se curbează tinzînd să se apropie de magnet.

Plecînd de la această ultimă experiență, descriem în continuare construcția unui contact asemănător contactului Reed. Dintr-o lamă de ras decă-

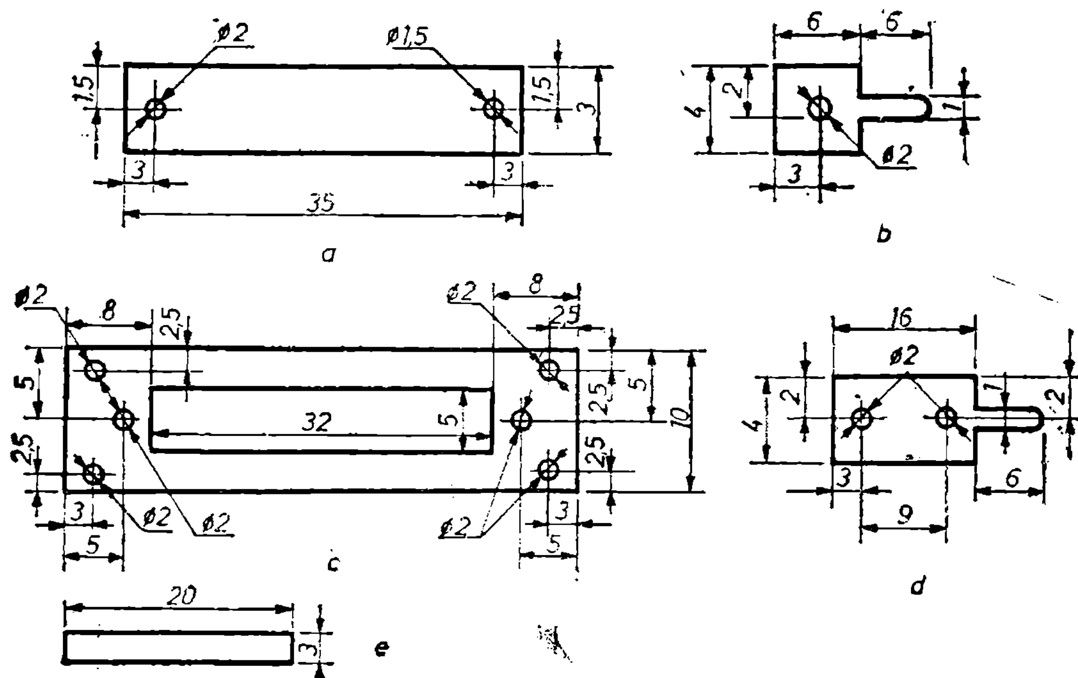


Fig. 6

lită vom tăia (cu o foarfecă de tăiat tablă) o fîșie avînd dimensiunile de 8 × 35 mm. La capetele acestei fîșii elastice se vor face două găuri așa după cum se arată în figura 6a.

În orificiul cu diametrul de 1,5 mm se va nitui un contact din sîrmă de cupru sau sîrmă de argint. Se va putea folosi cu rezultate bune și o parte dintr-un contact tip „platină", folosit la diverse relee electromagnetice sau la ruptoarele auto.

Înălțimea contactului mobil va fi de 1 ... 1,5 mm. De reținut că înainte de fixarea acestui contact lama va trebui recălită, operație care constă în încălzirea ei pînă la roșu urmată de răcirea rapidă în apă. Pentru următoarea piesă (b), din figura 6 b, se va folosi tablă de alamă groasă de 1 mm. Terminalul de 6 × 1 care apare la această piesă folosește pentru conectarea releului la schema electronică. Piesa din figura 6 c se va realiza din textolit, material plastic, sau orice alt material electroizolant avînd o grosime de 2 mm.

Piesa (d), din figura 6 d, se va realiza din tablă de alamă groasă de 1 ... 1,5 mm. În orificiul de 2 mm diametru aflat la 3 mm de margine se va nitui contactul fix, care va consta, ca și în cazul contactului mobil, dintr-o bucată de cupru sau alt material convenabil.

Piesa (e) va fi confecționată din tablă de fier groasă de 0,5 mm sau dintr-o tolă de transformator.

Montarea contactului se va face astfel: peste piesa (c) se așază la unul din capete lamela (a), iar peste aceasta piesa (b), așa fel ca orificiile cu diametrul de 2 mm să corespundă între ele, iar lamela să cadă în dreptul ferestrei piesei (c).

Cu ajutorul unui nit confecționat dintr-o sîrmă de cupru cu diametrul de 2 mm, toate aceste piese se vor nitui între ele. Platina fixată pe lamela elastică va trebui să fie cu fața către fereastră. Pe partea opusă celei la care

s-a fixat lamela elastică *(a)* se va fixa tot cu un nit de cupru piesa *(d)* în așa fel ca platina să cadă față în față cu cea aflată pe lamela elastică. Piesa *(e)* se va lipi cu un adeziv pe lamela elastică, la 2 mm de platină. Această armătură realizează o creștere a sensibilității de funcționare. Cele patru orificii de 2 mm aflate în colțurile piesei *(c)* folosesc pentru fixarea acesteia la dispozitivul pentru care este destinată.

Contactul astfel realizat va lucra împreună cu un magnet permanent ce poate fi obținut prin demonstarea unui sistem de închidere a ușilor folosit în special la mobilă, sistem care poate fi procurat din comerț. Magnetul inclus în acest sistem este de formă paralelipipedică, are dimensiunile 5 × 13 × × 24 mm, iar în centru o gaură de 4,5 mm. La apropierea magnetului de fața contactului în care se află fixată piesa *(d)* vom observa deplasarea lamei elastice și stabilirea contactului electric între cele două platine. La îndepărtarea magnetului lama va trebui să revină în poziția de repaus și deci contactul electric să se întrerupă. Pentru a obține o mărire a distanței de lucru se poate acționa fie folosind o lamelă elastică mai lungă, fie suprapunînd 2—3 magneți unul peste altul.

Legătura electrică dintre această construcție și restul schemei se realizează prin intermediul prelungirilor pieselor *(b)* și *(d)*.

Contactul descris se poate monta în două feluri: 1) cu magnetul apropiat (contact făcut) și 2) cu magnetul îndepărtat (contact întrerupt.) Astfel, dacă fixăm magnetul pe o ușă, iar pe tocul ușii în fața magnetului fixăm contactul, vom obține situația (1), adică vom avea în repaus circuit electric închis, urmînd ca la deschiderea ușii circuitul să se întrerupă. Dacă fixăm magnetul pe ușă, iar lateral pe tocul ușii la o distanță oarecare fixăm contactul, vom obține situația (2), adică în repaus circuitul este deschis, urmînd ca la deschiderea ușii magnetul să se apropie de contact și să închidă circuitul electric. La închiderea ușii, contactul se desface, rezultînd și întreruperea circuitului. Atît pentru situația (1), cît și pentru situația (2), semnalizarea acționării contactului se poate face principal în două moduri și anume: a) sistemul de avertizare pornește la deschiderea ușii sau ferestrei și se oprește cînd acestea se închid înapoi (sistem fără reținere) b) sistemul de avertizare pornește la deschiderea ușii sau ferestrei dar nu se oprește atunci cînd acestea sînt închise (sistem cu reținere). Schemele de avertizare a funcționării contactului pentru cazul sistemului fără reținere sînt simplu de realizat deoarece contactul acționat de magnet poate cupla o alimentare sau o polarizare (cazul 1) sau poate înlătura conectarea la masă a unei baze de tranzistor etc. (cazul 2). Schemele cu reținere asigură funcționarea continuă a sistemului de avertizare, oprirea lor efectuîndu-se numai prin decuplarea sursei de alimentare.

În figura 7a este prezentată o schemă ce asigură reținerea acționării contactului, realizată cu trei tranzistore cu siliciu.

La bornele notate *S — T* adică în circuitul de colector al lui T_3, se poate conecta un releu, un bec de consum mic, un etaj oscilator prevăzut cu difuzor etc. Alimentarea montajului, respectiv întreruperea alimentării, se face de la întrerupătorul *I*. Contactul acționat de magnet se conectează la bornele notate *a — b*. Schema funcționează în felul următor: în poziția de repaus, cu alimentarea conectată și cu contactul *a — b* desfăcut, tranzistorul T_1 este blocat deoarece baza se află prin R_1 și R_2 la potențialul masei.

Tranzistorul T_2 este de asemeni blocat deoarece prin rezistoarele R_3 și R_4 nu circulă nici un curent. La rîndul său, T_3 aflat înseriat cu T_1 este de

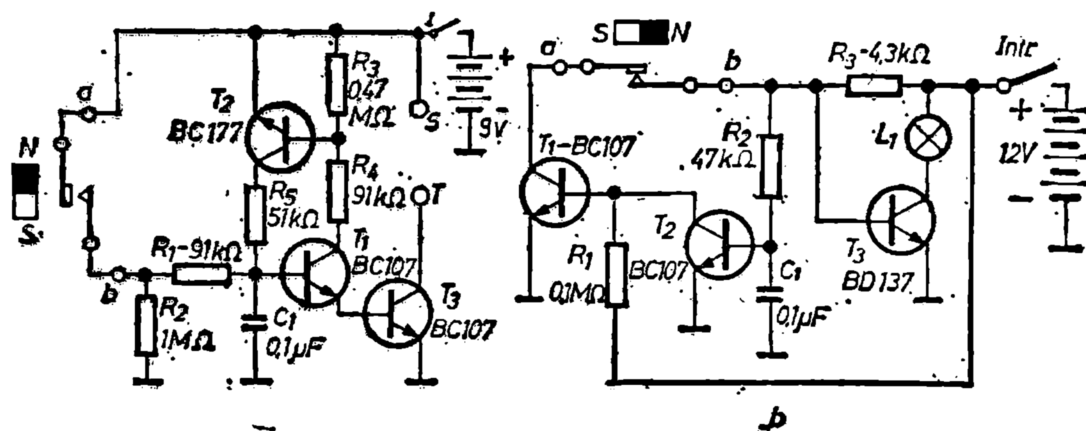


Fig. 7

asemeni blocat. Pentru această situaţie rezultă că orice dispozitiv conectat la bornele $S - T$ nu va fi acţionat, schema neconsumînd practic nici un curent.

La apropierea magnetului de contact, între bornele $a - b$ se produce scurtcircuit, moment în care tensiunea de 9 V este conectată, prin R_1, la baza tranzistorului T_1. Aceasta se deblochează şi curentul său de colector se închide prin joncţiunea BE a lui T_3, prin rezistoarele R_3 şi R_4 precum şi prin joncţiunea BE a tranzistorului T_2. Avînd joncţiunile BE străbătute de curent, tranzistoarele T_2 şi T_3 se deschid în acelaşi timp cu T_1.

Deschiderea lui T_3 înseamnă acţionarea dispozitivului de avertizare conectat la bornele $S - T$. Deschiderea tranzistorului T_2 înseamnă asigurarea tensiunii de polarizare pentru T_1, în paralel cu tensiunea primită prin contactul $a - b$.

De aici rezultă că în situaţia în care uşa este închisă imediat (magnetul se depărtează), deci contactul $a - b$ se desface, schema rămîne în funcţiune, toate tranzistoarele fiind alimentate. Oprirea funcţionării schemei se va face prin acţionarea întrerupătorului I, de către cel care a fost atenţionat de intrarea în funcţiune a montajului.

În cazul funcţionării contactului după varianta (1), adică cu contact făcut în poziţia de repaus, se va folosi schema din figura 7 b. Aici semnalizarea deschiderii uşii se face prin aprinderea unui bec L_1 de 12 V/0,2 A tip lanternă. În poziţia de aşteptare, deci cu uşa închisă, magnetul se află lîngă contactul $a - b$, care este cuplat, iar becul L_1 va sta stins. La deschiderea uşii, magnetul se depărtează, contactul $a - b$ se desface şi becul L_1 se va aprinde.

Dacă uşa este închisă imediat, becul continuă să stea aprins, stingerea acestuia făcîndu-se prin acţionarea întrerupătorului *Intr* sau prin scurtcircuitarea de scurtă durată (1 s) a capacitorului C_1 cu un buton tip sonerie. Schema funcţionează în felul următor: la conectarea sursei de alimentare de 12 V, folosind întrerupătorul *Intr* şi cu uşa închisă (contactul $a - b$ făcut) tranzistorul T_1 se deschide datorită rezistorului R_1 prin care primeşte tensiunea de polarizare direct de la sursa de 12 V şi a rezistorului R_3 aflat în circuitul de colector, înseriat fiind cu contactele $a - b$.

În aceste condiţii, prin tranzistor circulă un curent de colector de 0,7 mA, iar tensiunea la colectorul său faţă de masă este de 0,1 V. Tranzistorul T_2 nu reuşeşte să se deschidă primul, deoarece în momentul cuplării sursei,

de alimentare capacitorul C_1 începe să se încarce punînd astfel în primele momente baza lui T_2 al masă. Cum atît T_2 cît și T_3 au bazele legate la colectorul tranzistorului T_1, rezultă că ambele tranzistoare vor fi blocate. Becul L_1 aflat în circuitul de colector al tranzistorului T_3 va sta stins. Aceasta reprezintă poziția de așteptare a schemei, stare în care montajul consumă doar circa 2,7 mA, care reprezintă curentul de colector al lui T_1.

Cînd ușa sau fereastra este deschisă, contactul $a-b$ se desface, iar circuitul de colector al lui T_1 se întrerupe. Instantaneu, bazele lui T_2 și T_3 eliberate de 0,1 V pe care o primește din colectorul lui T_1, primesc de data aceasta tensiune de polarizare de la + 12 V prin R_2 și respectiv R_3. În acest fel T_3 se deschide, iar becul începe să lumineze.

Se deschide, de asemeni, și T_2, prin el circulînd un curent de colector destul de mic (0,12 mA), dar care face ca tensinea între colectorul său și masă să fie de circa 0,1 V, tensiune care este aplicată și bazei lui T_1.

Dacă se încearcă închiderea ușii, deci stabilirea din nou a contactului $a-b$, vom constata că becul continuă să stea aprins, deoarece T_1 prin care ar urma să se închidă circuitul este blocat datorită tensiunii de 0,1 V aplicată pe bază de la T_2. Schema rămîne în această stare, numită și stare de alarmare, pînă cînd alimentarea este întreruptă, sau așa după cum am amintit mai înainte, baza lui T_2 este conectată pentru scurtă durată la masă.

Dacă în locul becului L_1 se introduce un releu, atunci prin contactele acestuia pot fi puse în acțiune și alte mijloace de semnalizare optice sau acustice.

Pentru protecția tranzistorului T_3, deși el nu funcționează decît scurt timp, se recomandă montarea lui pe un radiator cu o suprafață de circa 12 cm^2.

Consumul de curent în poziția de alarmare este în jur de 200 mA, consum dictat de existența becului L_1.

Schema poate deservi în același timp mai multe uși sau ferestre. Pentru aceasta va trebui să legăm în serie cu contactul $a-b$ din schemă toate celelalte contacte pe care le vom monta. Va fi suficient ca circuitul să fie întrerupt de unul din ele pentru ca schema să treacă în poziția de alarmare.

Varietatea schemelor cu traductor magnetic de proximitate este foarte mare. Cunoscînd posibilitățile și funcționarea unui asemenea dispozitiv, ne va veni foarte ușor să-i găsim aplicații acolo unde poate inițial nici nu ne-am gîndit.

O varietatea constructivă mare o poate avea și contactul acționat de magnet. Dimensiunile prezentate pentru construcția din figura 6 pot fi dublate sau chiar triplate, cunoscînd că pentru suprafețe mai mari de lamă, distanța de la care poate fi atrasă crește.

Un montaj destul de răspîndit de traductor de proximitate este cel inductiv. La acest tip de traductoare, elementul de „contact" cu obiectul care se apropie sau se îndepărtează este o inductanță.

Și în acest domeniu poate fi întîlnită o mare varietate de scheme, care diferă între ele prin modul în care este pusă în evidență modificarea parametrilor inductanței sub influența corpului din exterior. Astfel vom întîlni scheme care funcționează pe principiul variației frecvenței oscilatorului în care este introdusă inductanța, scheme în care generarea oscilațiilor încetează la apropierea unui obiect sau scheme în care o punte se dezechilibrează, semnalînd astfel prezența unui corp.

Semnalul de la ieșirea traductoarelor inductive poate acționa un avertizor sonor sau optic, ori, prin intermediul unui releu sau tiristor, poate opri sau cupla alimentarea unor mecanisme care fac parte din instalația în cauză.

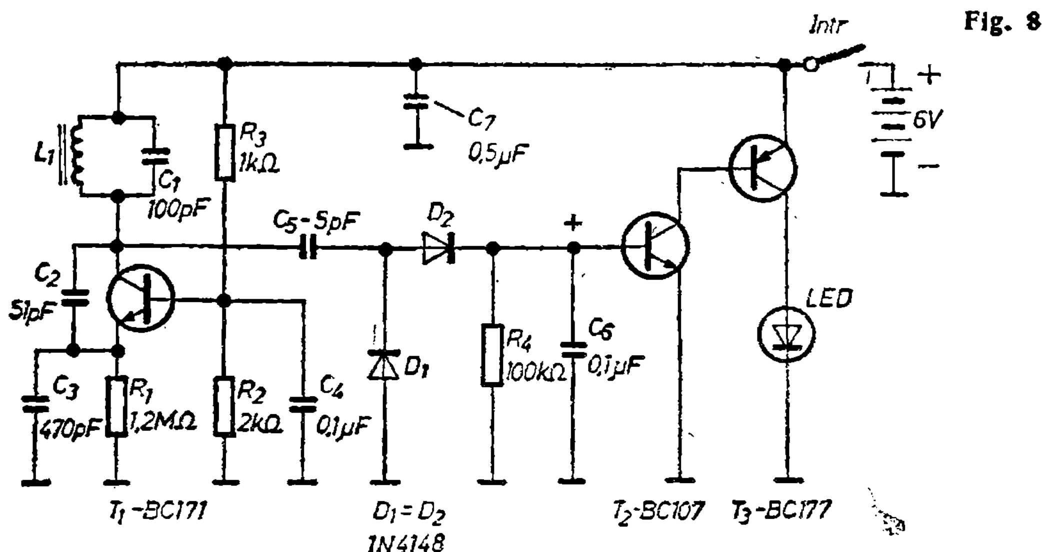


Fig. 8

Spre exemplificare, prezentăm în cele ce urmează (fig. 8) un traductor inductiv de proximitate, realizat după o schemă în care generarea unei oscilaţii încetează la apropierea unui corp metalic. Schema cuprinde un oscilator tip Colpitts, realizat cu tranzistorul T_1, un etaj detector realizat cu diodele D_1 — D_2 şi un amplificator de curent continu (T_2 — T_3) care are drept sarcină o diodă electroluminiscentă LED.

Alimentarea se face cu o sursă de 6 V, consumul de curent cu LED-ul aprins fiind de circa 14 mA, iar cînd acest indicator optic se stinge, un consum de circa 3 mA.

Schema funcţionează astfel: La cuplarea sursei de alimentare, prin acţionarea întrerupătorului *Intr* oscilatorul începe să funcţioneze, generînd o frecvenţă de circa 1 MHz, tensiunea oscilaţiei măsurată la bornele inductanţei *L* fiind în jur de 2 V, vîrf la vîrf.

Oscilaţia astfel generată este condusă prin capacitorul C_5 la etajul detector realizat cu diodele D_1 — D_2 şi grupul R_4C_6.

La bornele lui C_6 vom putea măsura o tensiune continuă de 0,58 V. Această tensiune se aplică tranzistorului T_2 care prin curentul său de colector deschide pe T_3. Curentul de colector din tranzistorul T_3 străbate dioda LED făcînd-o să lumineze.

Dacă apropiem acum de miezul magnetic al inductanţei un obiect metalic, vom constata că dioda LED se stinge, ceea ce înseamnă că oscilaţiile produse de T_1 au încetat. La îndepărtarea obiectului metalic, vom constata reaprinderea LED-ului. Ori de cîte ori vom apropia şi îndepărta obiectul respectiv din faţa inductanţei, vom constata aceeaşi comportare a diodei electroluminiscente.

Inductanţa L_1 prevăzută în montaj este compusă dintr-o bară de ferită lungă de 40 mm şi cu diametrul de 10 mm, introdusă într-o carcasă cilindrică pe care se află bobinate 50 de spire.

Bara de ferită se obţine din cea folosită pentru radioreceptoarele portabile, din care vom „rupe" o lungime de 40 mm. În acest sens se recomandă

fixarea barei cu lungimea de care avem nevoie într-o menghină, urmînd ca printr-o lovitură, aplicată cu mîna restului de bară, să obținem fragmentul dorit.

Carcasa se confecționează dintr-o fîșie de hîrtie avînd dimensiunile de 40 × 300 mm, care se înfășoară peste bara de ferită și se lipește cu un adeziv.

Peste această carcasă se bobinează în partea centrală cele 50 spire. Se va folosi sîrmă de cupru emailată avînd diametrul de 0,2 ... 0,25 mm.

Pentru a evita deteriorarea, inductanța L_1, împreună cu montajul se vor închide într-o cutie din material plastic sau lemn.

Obiectele metalice se vor apropia de unul din capetele inductanței, motiv pentru care aceasta va fi astfel fixată în cutie încît secțiunea miezului de ferită să fie vizibilă și la nivelul peretelui cutiei. Indicatorul LED se va fixa la un loc ușor de observat.

Verificarea traductorului se face prin apropierea unei piese metalice de miezul de ferită, urmărind stingerea indicatorului luminos. Astfel, la apropierea unui disc din tablă de fier, avînd diametrul de 25 mm, indicatorul se va stinge pentru o distanță între acesta și inductanță de circa 20 mm.

Pentru obiectele neferoase, ca aluminiu, alamă etc., distanța pentru o verificare asemănătoare celei de mai înainte scade la jumătate.

Principial, în locul semnalizării optice aplicată în cazul schemei de față, se poate folosi orice alt sistem de acționare.

Pentru aceasta se va folosi ca semnal de avertizare tensiunea de + 0,58 V existentă la bornele capacitorului C_6.

Montajul poate folosi și ca numărător de obiecte metalice, care trec prin fața lui, în acest caz fiind necesar un numărător electromagnetic.

Capitolul 2

AUTOMATE ELECTRONICE

Capitolul cuprinde descrierea cîtorva montaje simple dar utile care realizează automat (fără intervenția omului) funcția de cuplare sau decuplare a unor dispozitive electrice. În parte schemele sînt echipate cu traductoare descrise în capitolul precedent, iar realizarea și punerea lor în funcțiune nu necesită aparate de măsură speciale.

Putînd fi dezvoltate și diversificate, schemele descrise reprezintă o bază de pornire și înțelegere a tehnicii automatelor electronice.

FOTOBARIERA

Fotobariera sau bariera foto reprezintă o instalație care acționează la întreruperea unei raze de lumină produsă de trecerea unui corp opac.

Asemenea instalații se folosesc pentru supravegherea unor intrări, pentru comanda închiderii sau deschiderii unor uși, pentru înregistrarea numărului de piese sau persoane care trec printr-un anumit loc, pentru controlul deplasării unor corpuri (cazul roboților), pentru măsurarea vitezei de rotație etc.

În principiu o instalație de fotobarieră se compune din:

— o sursă de lumină (bec) care emite o rază (un fascicul) asemenea unei bariere.

— un captor (detector) al razei de lumină (un fototranzistor) așezat în calea acesteia, la o anumită distanță.

— un adaptor care transformă semnalul obținut de la detector în semnal capabil să acționeze asupra diverselor dispozitive automate.

Schema care o propunem spre realizare, dată în figura 9, are caracteristic faptul că lanțul optoelectronic lucrează cu o rază de lumină modulată. De regulă sîntem obișnuiți ca o fotodiodă sau un fototranzistor să fie acționat de o rază de lumină continuă (nemodulată), provenită de la soare, de la o flacără, de la un bec alimentat de o baterie sau acumulator etc.

În cazul schemei date, bariera de lumină este obținută de la un bec alimentat cu o tensiune avînd frecvența rețelei de 50 Hz. Dar cum o frecvență de 50 Hz înseamnă 100 de pulsații pe secundă, rezultă că filamentul becului alimentat cu această tensiune, ce trece prin zero de 100 ori pe secundă, va prezenta variații de intensitate în ritmul respectiv, întocmai ca și cum ar fi modulat. De reținut că filamentul se înroșește la fel, fie că este străbătut de alternanța pozitivă fie de cea negativă. Ochiul omenesc nu poate sesiza aceste treceri prin zero ale curentului ce străbate filamentul, motiv pentru care raza de lumină o percepem cu intensitate neîntreuptă (nemodulată). Un fototranzistor așezat în calea unei asemenea raze, va recepționa însă toate variațiile de intensitate putînd fi puse apoi în evidență după o prealabilă amplificare.

În schema din figura 9 sursa de lumină o reprezintă un bec de 12 V/5 W (bec auto), alimentat de la rețeaua de 220 V/50 Hz prin intermediul unui transformator. Pentru o mai mare eficiență, becul va fi așezat în focarul unei oglinzi parabolice tip lanternă, obținîndu-se în acest mod un fascicul luminos concentrat.

Funcție de destinația ce o vom da instalației, sursa de lumină (becul) va fi așezată fie la circa 0,7 m de sol (cînd raza este întreruptă de trecerea unei persoane), fie pe suport special confecționat (cînd instalația este folosită pentru a număra diverse obiecte) etc. Tot funcție de destinație, vom determina și distanța la care vom amplasa fototranzistorul FT_1.

Schema funcționează în felul următor: în momentul pătrunderii razei de lumină pe suprafața activă a fototranzistorului FT_1 (care poate fi un BC 107 prelucrat așa după cum s-a indicat pentru schemele din figura 4), acesta își micșorează rezistența internă, ceea ce asigură tensiunea de polarizare pentru T_1, care se deblochează.

În acest mod, la bornele rezistorului R_1 se va culege un semnal, care există atît timp cît există raza de lumină. Cum raza de lumină emisă de sursă B_1 este formată din 100 de pulsuri pe secundă (semialternanțe), rezultă că la bornele lui R_1 vom culege pulsuri pozitive de tensiune.

Dacă în același timp cu lumina modulată există și un fond luminos continuu, datorat luminii soarelui, atunci apare și o componentă continuă, peste care se suprapune pulsația amintită.

Mai departe însă, datorită existenței capacitorului C_1, vor trece numai pulsurile pozitive care ajung ca semnal de intrare la baza tranzistorului T_2.

În colectorul lui T_2, care este montat ca amplificator acordat pe 100 Hz, vom culege un semnal avînd o frecvență de 100 Hz, datorită prezenței circuitului acordat $L_1 C_2$ unde $L_1 = 2,5$ Hy.

Semnalul astfel amplificat și selectat este cules de secundarul L_2 și introdus în baza celui de al doilea etaj de amplificare selectivă realizat cu T_3.

Semnalul cules din colectorul lui T_3, unde se află introdus circuitul acordat $L_3 - C_3$ lucrînd tot pe 100 de Hz, este dirijat prin C_7 în etajul redresor realizat cu diodele $D_1 - D_2$. La bornele grupului R_9C_8 vom găsi o tensiune continuă care există atît timp cît raza de lumină modulată putrunde în FT_1. Acest semnal continuu este aplicat prin R_{10} pe baza tranzistorului T_4, care împreună cu T_5 constituie un etaj trigher.

Cînd la bornele grupului R_9C_8 nu există tensiune, ceea ce corespunde cu, lipsa (întreruperea) razei de lumină, tranzistorul T_4 al trigherului este blocat iar T_5 se află în conducție. De la colectorul lui T_5, aflat în această situație la un potențial apropiat de cel al masei, prin R_{15} se transmite tensiunea de deschidere a tranzistorului T_6. În continuare, T_6 odată deblocat asigură deschiderea ultimului tranzistor, T_7. Curentul de colector al lui T_7 străbătînd înfășurarea releului *Rel. 1* va stabili contactele *a — b*. Funcție de destinația dată, cu ajutorul contactelor *a — b* se pot pune în funcțiune diferite dispozitive care să marcheze întreruperea razei.

Cînd la bornele grupului R_9C_8 există tensiune continuă, obținută prin redresarea semnalului de 100 Hz — tensiune datorată acțiunii razei de lumină asupra fototranzistorului —, atunci tranzistorul T_1 este deblocat. Căderea mică de potențial de la colectorul lui T_4 deblocat duce la blocarea tranzistorului T_5. În lanț urmează blocarea lui T_6 care primea tensiunea de polarizare prin T_5 și blocarea lui T_7 care primea tensiunea de polarizare prin T_6. Dispa-

Fig. 9

riția curentului de colector din T_7 duce la trecerea în stare de repaus a releului *Rel. 1* și ca urmare la desfacerea contactelor *a — b* și stabilirea contactelor *b — c*.

De reținut deci că pentru situația „rază neîntreruptă" releul *Rel. 1* este neacționat, iar pentru situația „rază întreruptă" releul este acționat.

Constructiv, pentru realizarea inductanțelor ce formează circuitele oscilante vom folosi oale de ferită tip 34 × 28 sau 36 × 22 (produse de FFU Urziceni), avînd factorul de inductanță AL = 630 nH/sp².

Pentru L_1 se vor bobina 2 000 de spire, iar pentru L_2 un număr de 200 spire, folosindu-se sîrmă de cupru emailat avînd diametrul de 0,08 mm.

Mai întîi se va bobina L_2, iar apoi înfășurarea L_1. Între aceste înfășurări se va așeza un strat izolator de hîrtie groasă de 0,1 mm. Capetele înfășurărilor vor fi scoase cu sîrmă de 0,2 mm sau sîrmă lițată.

Inductanța L_8 cuprinde un număr de 2 000 de spire realizate tot cu sîrmă de 0,08 mm.

După realizarea bobinajelor, acestea se vor scufunda pentru impregnare în ceară sau parafină topită.

Cu ajutorul miezurilor de reglaj ale oalelor vom căuta să obținem maximmum de tensiune la bornele grupului R_9C_8.

Capacitoarele C_2 și C_3 vor avea o valoare de 1 μF fiecare și o tensiune de lucru de 100 V. Aceste capacitoare nu vor fi de tip electrolitic, ci vor fi de tipul celor realizate cu dielectric din film de poliester. Se recomandă tipul PMP 0304 produs de IPEE-Curtea de Argeș. O mare atenție trebuie acordată în cazul schemei de față calității capacitoarelor electrolitice. În acest sens se recomandă ca înainte de montarea în circuit capacitoarele să fie verificate cu un ohmmetru.

AUTOMAT PENTRU BAZINE

Meritînd a fi realizat, atît pentru scopuri demonstrative, cît și gospodărești, automatul prezentat în figura 10 asigură menținerea apei într-un bazin, între două niveluri pe care le dorim.

Elementele sensibile care intră în contact cu apa și care transmit semnalul de deschidere sau închidere a electroventilului sînt două detectoare rezistive identice. Unul din aceste detectoare se montează în partea de jos a

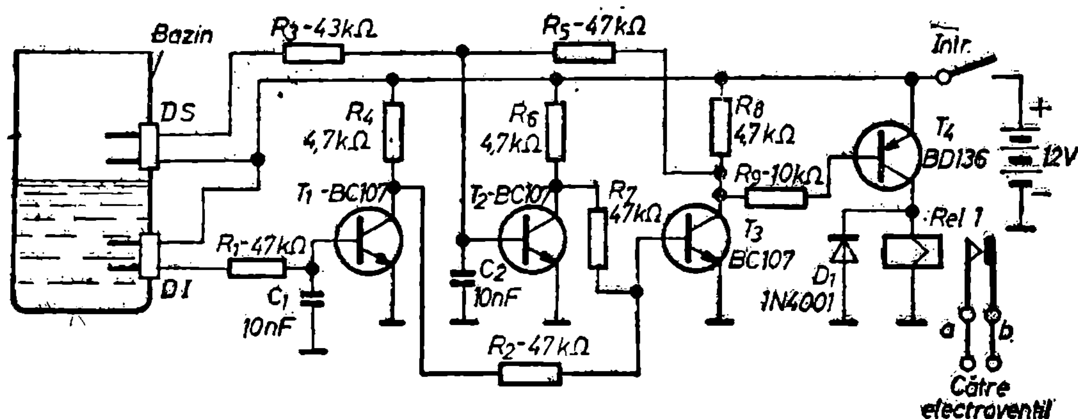


Fig. 10

bazinului fiind notat în schemă cu *DI* (detector pentru nivelul inferior), iar cel de-al doilea în partea de sus, notat cu *DS* (detector pentru nivelul superior).

Ambele detectoare sînt conectate cu un braţ la borna plus a sursei de alimentare, iar cu celălalt, prin intermediul rezistoarelor R_1 şi R_3, la bazele tranzistoarelor T_1 şi T_2.

Cuplarea electroventilului sau a unei electropompe la sursa de alimentare se face prin intermediul contactelor *a — b* ale releului *Rel. 1*.

Schema va fi alimentată de la o sursă de 12 V (baterie acumulator sau redresor) şi consumă în regim de repaus un curent de circa 5 mA, iar în regim de funcţionare (cînd se pompează apă în bazin) un curent de cica 80 mA, consum dictat de fapt de tipul de releu *Rel. 1* folosit.

Pentru a urmări funcţionarea schemei, să presupunem că bazinul este gol şi că se cuplează sursa de alimentare de 12 V, cît şi sursa de alimentare a electroventilului.

În acest moment tranzistorul T_1 este blocat deoarece pe bază nu se aplică nici o tensiune. Prin R_2 şi R_4 tranzistorul T_3 primeşte tensiune de polarizare de la sursa de 12 V şi începe să conducă, valoarea curentului de colector fiind de circa 2,5 mA. Cum tensiunea dintre colectorul şi emitorul său este în acest caz de circa 0,2 V, rezultă că R_9 se află practic conectat la minusul sursei de alimentare (masă).

În acest mod, tranzistorul T_4, de tip *pnp*, va primi tensiunea de polarizare necesară şi se va deschide. Curentul său de colector străbătînd înfăşurarea releului *Rel. 1* va permite atragerea armăturii şi deci stabilirea contactelor *a — b* care acţionează în final asupra electroventilului.

În acelaşi timp, T_2 este blocat, deoarece primeşte pe bază, prin R_5, o tensiune sub 0,2 V, culeasă din colectorul lui T_3.

De reţinut deci această situaţie, cînd ambele detectoare de nivel nu se află înconjurate de apă, iar schema comandă acţionarea dispozitivului de curgere a apei, respectiv de umplere a bazinului.

Odată cu creşterea nivelului lichidului, detectorul *DI* este înconjurat de apă, şi atunci baza lui T_1 primeşte tensiune de polarizare prin R_1 şi prin rezistenţa datorată celor două armături aflate în apă. Tranzistorul T_1, deschizîndu-se, face ca tensiunea între colectorul său şi masă să coboare sub 0,2 V, ceea ce corespunde cu punerea la masă a terminalului din stînga a rezistorului R_2. Urmărind schema, observăm că de această dată R_6, R_7 şi R_2 se află legate între ele în serie şi cuplate între plusul sursei de alimentare şi masă (prin T_1). În acest fel, baza lui T_3 primeşte în continuare tensiunea de polarizare, T_3 şi T_4 sînt deschise, releul *Rel. 1* atras şi deci apa continuă să curgă în bazin. Cînd nivelul apei ajunge la detectorul de sus *(DS)*, plusul sursei de alimentare, prin rezistenţa prezentată de acesta şi prin R_3, permite tranzistorului T_2 să se deschidă. De data aceasta, tensiunea de circa 0,2 V de la colectorul său este aplicată bazei lui T_3, care instantaneu se blochează. La rîndul lui şi T_4 se blochează, deoarece prin R_8 şi R_9 potenţialul bazei este adus la acelaşi potenţial cu cel al emitorului. Releul *Rel.1* nu mai este alimentat, contactele *a — b* se desfac şi scurgerea apei în bazin este oprită.

De reţinut deci şi această situaţie, cînd avînd ambele detectoare de nivel sub apă, schema comandă automat oprirea curgerii apei în bazin.

Montajul poate sta oricît, în această stare, singurele tranzistoare aflate în conducţie fiind T_1 şi T_2.

Dacă din bazinul umplut pînă la acest nivel începe să fie consumată apă, la un moment dat detectorul *DS* rămîne neacoperit de lichid, întrerupîndu-se aastfel circuitul prin care R_3 asigura tensiunea de polarizare pentru T_2.

Schema rămîne totuşi în poziţia de repaus, adică cu releul *Rel. 1* neacţionat, deoarece tranzistorul T_2 rămîne deschis în continuare, avînd polarizarea asigurată prin R_5 şi R_8.

Cînd nivelul apei din bazin scade sub nivelul detectorului *DI* atunci schema trece din nou în poziţia iniţială, adică cu releul atras şi circuitul de curgere a apei în funcţiune.

În acest mod automatul asigură menţinerea apei în bazin, între cele două nivele, fără a fi necesară supravegherea funcţionării lui de către un operator. Condensatoarele C_1—C_2 au rol de filtru, scurgînd la masă eventualele semnale parazite care ar putea ajunge pe baza tranzistoarelor T_1—T_2.

Constructiv cele două detectoare sînt identice. Ele se compun dintr-o bază sub formă de disc, realizată dintr-un material plastic şi două armături din sîrmă de cupru sau alamă cositorită, avînd diametrul de circa 3 mm şi o lungime de minim 100 mm. Discul bază se va fixa pe o flanşă metalică şi aceasta, va fi consolidată în dreptul unui orificiu practicat în peretele bazinului.

Releul folosit poate fi de tipul *RM* 5 produs de industria naţională. Dioda D_1 protejează tranzistorul T_4 faţă de tensiunea de selfinducţie ce apare în înfăşurarea releului *Rel 1.* la întreruperea curentului.

Între detectoare şi restul schemei poate exista o distanţă de mai multe zeci de metri; legătura între acestea se va stabili prin intermediul unor circuite bifilare izolate de tipul celor folosite pentru instalaţiile electrice, cu tensiuni de lucru de 220 V. Tranzistorul T_4 se va monta pe un radiator avînd suprafaţa de minim 15 cm^2. Rezistoarele folosite vor fi de 0,25 W.

Schema odată realizată nu are nevoie de reglaje. În caz de nefuncţionare, schema va fi verificată prin măsurarea tensiunilor din colectorul tranzistoarelor.

Închiderea circuitelor ce aparţin detectorului *DS* sau *DI* pe timpul depanării se face prin simpla scurtcircuitare a celor două armături.

SENZOR—ÎNTRERUPĂTOR

Funcţia ce o realizează un întrerupător mecanic, înseriat în circuitul unei surse de alimentare, poate fi îndeplinită foarte bine de un întrerupător electronic cu senzor. La prima vedere această înlocuire pare nejustificată, avînd în vedere preţul de cost al schemei, faţă de un simplu întrerupător.

Totuşi, în practica curentă întîlnim din ce în ce mai mult acest tip de întrerupător; e suficient să amintim noile variante de televizoare şi casetofoane care sînt echipate numai cu asemenea întrerupătoare, aparatura electro-medicală destinată spitalelor, o gamă întreagă de instalaţii industriale etc.

Senzorul-întrerupător este avantajos şi s-a impus în primul rînd pentru faptul că nu are piese în mişcare, deci nu pot apărea uzuri mecanice; de asemenea, la comutare nu produce zgomot, manevrarea lui nu necesită efort, comutarea sursei se face rapid şi fără a produce scîntei de contact.

În figura 11 este prezentată schema de principiu a unei variante simple de întrerupător cu senzor.

Schema nu are nevoie de sursă de alimentare separată, alimentarea ei făcîndu-se chiar de la sursa de alimentare pe care o cuplează sau o decuplează către un consumator.

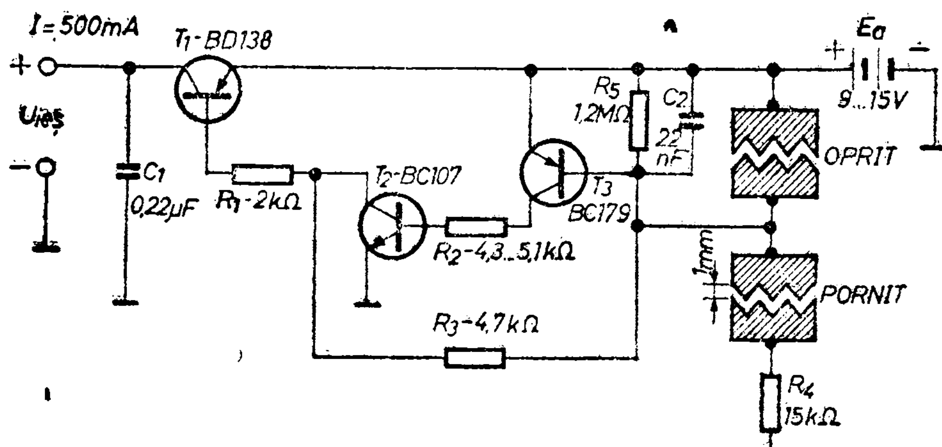


Fig. 11

În schema prezentată sursa de alimentare cuplată sau decuplată este sursa notată cu Ea, care poate avea valori cuprinse între 9—15 V. Consumatorul se cuplează la bornele $\pm$ $U_{ieșire}$ și absoarbe un curent de max. 500 mA.

Elementul care realizează întreruperea sursei către consumator îl reprezintă tranzistorul T_1 (*BD-138*) care este conectat în serie pe brațul pozitiv. Celelalte elemente din schemă asigură tensiunea de deschidere sau de blocare care se aplică bazei acestui tranzistor.

Astfel, atunci cînd se atinge cu degetul senzorul notat cu „PORNIT", tranzistoarele T_2 și T_3 se deschid, ceea ce duce și la deschiderea lui T_1. Cînd se atinge senzorul „OPRIT", toate tranzistoarele trec în poziția blocare realizîndu-se întreruperea.

În momentul cuplării sursei Ea, schema rămîne în poziția „OPRIT", respectiv nu asigură tensiunea către bornele de ieșire. Consumul de curent în această poziție stabilă este nul.

În momentul în care se atinge senzorul „PORNIT", minusul sursei prin R_4 și contactele senzorului ajunge la baza tranzistorului T_3 care, fiind tip *pnp* intră în conducție, circuitul său de colector închizîndu-se astfel; $+Ea$, joncțiunea *EC*, rezistorul R_2, joncțiunea *BE* a tranzistorului T_2, masă $(-Ea)$.

În acest mod, tranzistorul T_2 se deblochează, curentul său de colector fiind curentul de polarizare al bazei tranzistorului T_1 care este de tip *pnp*. Tranzistorul T_1 va începe să conducă, permițînd astfel tensiunii Ea să debiteze pe sarcina aplicată la ieșire.

Pentru menținerea schemei în această poziție chiar și după ridicarea degetului de pe senzor, s-a introdus rezistorul R_3 care a asigură în continuare tensiunea la polarizare bazei lui T_3. Se observă că T_2 deschis are tensiunea colectorului său apropiată de cea a emitorului respectiv de tensiunea $-Ea$, care este conectată la masă.

Această conexiune dintre colectorul lui T_2 și baza lui T_3 asigură menținerea stabilă a schemei în poziția „PORNIT", adică asigură alimentarea consumatorului.

Pentru a opri alimentarea, respectiv pentru a întrerupe circuitul sursei Ea către $U_{ieșire}$ se va aplica degetul pe senzorul „OPRIT". Prin această operație se observă că potențialul bazei este adus la potențialul emitorului

lui T_3, ceea ce are ca efect blocarea tranzistorului tip *pnp*. Acesta atrage la rîndul lui blocarea lui T_2, iar mai departe a lui T_1, ceea ce corespunde practic întreruperii circuitului. Rezistorul R_5 şi capacitorul C_2 cuplate între baza şi colectorul lui T_3 au rolul de protecţie a intrării tranzistorului faţă de semnalele parazite.

Butoanele tip senzor se confecţionează din tablă de alamă de 0,2 mm sau din tablă de fier zincată. Se poate folosi şi şteclotextolit placat, în care caz suprafaţa respectivă se realizează ca un cablaj imprimat. Forma acestor suprafeţe poate diferi: în cazul realizării sub forma unui cerc, acesta va avea diametrul de 15 mm iar în cazul unei forme pătrate se va lucra cu o latură de 15 mm.

Pentru verificarea bunei funcţionări a schemei se vor măsura tensiunile continue existente între punctele principale.

Iată cîteva valori ce pot fi găsite în cazul cînd Ea = 12 V, cînd un bec tip latenrnă de 12 V/0 3 A este conectat la bornele de ieşire şi cînd s-a aplicat degetul pe senzorul „PORNIT" (becul luminează):

a) Pentru tranzistorul T_1. Tensiunea între bază şi masă = 11,25 V. Tensiunea între bază şi emitor = 0,7 V. Tensiunea între colector şi emitor = = 0,05 V.

b) Pentru tranzistorul T_2. Tensiunea bază — emitor = 0,7 V. Tensiunea între colector şi emitor = 0,1 V.

c) Pentru tranzistorul T_3. Tensiunea între bază şi emitor = 0,7 V. Tensiunea între colector şi masă = 1,5 V. Tensiunea între colector şi emitor = = 10,5 V.

Toate tranzistoarele folosite vor trebui să aibe $\beta > 100$. Pentru a evita supraîncălzirea tranzistorului T_1 se recomandă ca acesta să fie montat pe un radiator de aluminiu cu o suprafaţă de min. 30 cm². Senzorii se recomandă să fie montaţi vertical, poziţie care evită depunerea prafului, apei sau altor impurităţi. Schema este destul de sensibilă, ceea ce permite ca aplicînd un deget semiumed acţionarea dintr-o poziţie în alta şi invers să se facă fără ezitare.

COMANDĂ PRIN LUMINĂ

Sînt situaţii cînd este necesar ca aprinderea unui bec electric (de ex. de 60 W/220 V) să se facă dintr-un loc numai de noi ştiut şi fără a folosi un întrerupător mecanic obişnuit.

Un dispozitiv pe care îl vom prezenta în continuare (fig. 12) permite o astfel de comandă prin intermediul unei raze de lumină dată de o lanternă de buzunar, rază ce va fi îndreptată către un mic orificiu practicat în uşa sau în paravanul despărţitor. Realizarea practică nu necesită relee mecanice, care sînt mai costisitoare, ci foloseşte numai componente statice. De asemenea, modul cum este realizată şi folosită schema nu prezintă pericol de electrocutare, deoarece operatorul nu intră în legătură cu această schemă decît prin intermediul razei de lumină.

Puntea formată din diodele $D_1 - D_2$ (tip 1N 4007) primeşte tensiunea de alimentare a reţelei de 220 V în diagonala $C - D$.

În serie cu acest circuit se află becul de 220 V, o siguranţă de 0,5 A şi un întrerupător care va fi folosit numai pentru scoaterea schemei din funcţiune.

În braţul $A - B$ al punţii se află tiristorul Ty_1 (tip T1 N6) care are rolul de a scurtcircuita această diagonală.

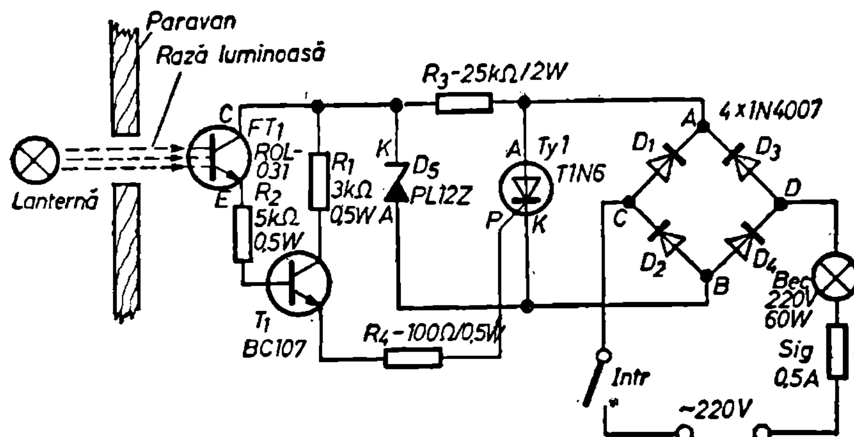


Fig. 12

Cînd fototranzistorul FT_1 nu este iluminat, el prezintă o rezistenţă foarte mare, la baza lui T_1 netransmiţîndu-se practic nici o tensiune. Rezultă că în această situaţie tranzistorul T_1 este blocat. Cum T_1 este introdus în circuitul de poartă al tiristorului Ty_1, rezultă că şi acesta va fi blocat. Avînd diagonala $A-B$ întreruptă, puntea nu realizează închiderea circuitului de reţea şi ca atare becul de 220 V va sta stins.

La apariţia unei raze de lumină pe suprafaţa activă a fototranzistorului FT_1, aceasta începe să conducă, rezistenţa prezentată între EC fiind de ordinul sutelor de ohmi. În acest mod baza lui T_1 primeşte tensiunea de polarizare, tranzistorul deblocîndu-se. Curentul său de colector se va închide prin poarta tiristorului Ty_1, ducînd la deschiderea tiristorului. Între punctele A şi B ale punţii este acum cuplată rezistenţa internă a tiristorului, care pentru poziţia „deschis" are o valoare mică (zeci de ohmi).

Prin punte va circula curentul necesar care va face ca becul de 220 V să se aprindă. O semialternanţă a tensiunii de reţea va circula astfel: prin punctul C al punţii, dioda D_1, punct A, tiristor Ty_1, punct B, dioda D_4, punct D, bec 220 V. Cea de a doua semialternanţă va circula în sens opus prin: bec 220 V, punct D, dioda D_3, punct A, tiristor Ty_1, punct B, dioda D_2 punct C.

Se observă că prin bec va circula curent alternativ în timp ce prin tiristor curent pulsatoriu. Între punctele A şi B ale punţii va apare o tensiune pulsatorie avînd plusul la borna A şi o valoare de circa 200 V. La bornele diodei Zener D_5 vom găsi o tensiune stabilizată de 12 V, tensiune care asigură alimentarea elementelor din circuit.

Cînd tiristorul se deschide, tensiunea între bornele $A - B$ este de 5 V, iar tensiunea la bornele diodei D_5 de 0,8 V.

Tot în situaţia cînd becul de 220 V luminează, tensiunea între punctele $P - K$ ale tiristorului este de 0,7 V.

După realizarea montajului, fără a monta FT_1, cu un rezistor de 5 — 10 kΩ conectat între baza lui T_1 şi + 12 V se va urmări dacă schema trece în regim de lucru (becul de 220 V aprins).

Se va monta apoi fototranzistorul care dacă nu este acoperit cu un căpăcel din plastic netransparent, va ţine schema în permanenţă în poziţia de funcţionare, adică „bec aprins".

Pentru montarea lui FT_1 în dreptul orificiului de pătrundere a razei de lumină din exterior, se va confecţiona un tub din plastic cu rol de protecţie, precum şi de menţinere permanentă în aceeaşi poziţie a fototranzistorului. Din cele descrise rezultă că schema funcţionează atîta timp cît fototranzistorul este luminat de exterior.

Pentru a obţine menţinerea montajului în poziţia „bec aprins" imediat ce FT_1 a fost luminat, se recomandă a monta în paralel cu becul de 220 V de bază — un bec de 220 V/15 W, la o distanţă de 10—15 cm faţă de acesta FT_1, aşa fel ca lumina acestuia să menţină automat schema în lucru. În asemenea situaţie pontajul va fi scos din funcţiune prin acţionarea manuală a întrerupătrului *Intr*. Cu această modificare, montajul poate fi folosit pe timpul nopţii pentru paza unei incinte, cînd aprinderea unei lanterne sau a unui chibrit produce alarmarea prin aprinderea becului de 220 V.

Ca fototranzistor se poate folosi unul din topurile; ROL 031, ROL 31, TL 76, BPW 15, sau unul obţinut prin modificarea (prelucrarea) unui tranzistor BC 107 etc. Becul de 220 V poate avea un consum de pînă la 100 W. Tranzistorul T_1 va trebui să aibe $\beta \geqslant 150$. Forma cutiei care va proteja montajul precum şi locul de amplasare a acesteia sînt funcţie de dorinţa utilizatorului şi de modul de folosire.

În locul becului de 220 V sau în derivaţie cu acesta se poate cupla un electromotor tip sirenă, realizîndu-se în felul acesta şi o alarmare acustică.

PERIMETRU SUPRAVEGHEAT

Plecînd de la montajul din fig. 12 (Comandă prin lumină), cu mici adăugiri se poate realiza, cu foarte bune rezultate, paza (supravegherea) unui perimetru oarecare, sau chiar a unei încăperi, indiferent dacă este ziuă sau noapte.

În principiu, „adăugirea" constă în asigurarea luminării fototranzistorului FT_1 în momentul cînd s-a produs accesul nedorit.

Pentru aceasta, aşa după cum se arată în figura 13 vom aşeza în faţa fototranzistorului, o diodă electroluminiscentă (LED). Pentru stabilitatea

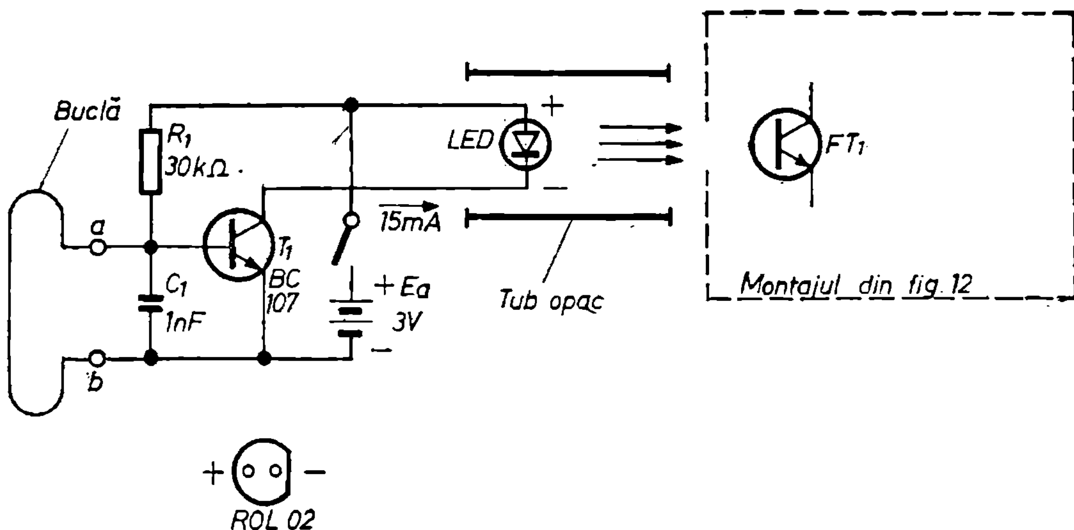


Fig. 13

mecanică a montajului, cît și pentru o bună protecție contra altor surse luminoase, atît LED-ul, cît și FT_1 se vor așeza față în față, la capetele unui tub opac avînd o lungime de circa 30 mm și un diametru de circa 6 mm, confecționat din plastic, lemn sau carton.

Elementul sesizor al pătrunderii în zona supravegheată îl constituie un fir de cupru avînd diametrul de 0,1 mm, fir ce înconjoară suprafața păzită. Firul de cupru folosit poate avea o lungime de cîțiva zeci de metri și va fi agățat deasupra solului cu ajutorul unor țăruși din lemn, pe garduri, pe uși de acces, ferestre etc.

În momentul în care o persoană încearcă să pătrundă în interiorul perimetrului, va agăța firul de cupru, rupîndu-l. Dacă firul este fixat pe o ușă sau fereastră, la deschiderea acesteia, se va obține de asemenea ruperea firului.

În schema electrică, acest fir de cupru este legat electric între baza și emitorul unui tranzistor T_1. Cum rezistența electrică a lungimii de fir folosită este mică, rezultă că joncțiunea $B - E$ este practic scurtcircuitată, tranzistorul T_1 fiind astfel blocat, iar LED-ul aflat ca sarcină în colector, va sta stins. Aceasta reprezintă starea de repaus a schemei. Se observă că pentru această stare, consumul de curent din bateria Ea se datorește numai rezistorului de polarizare R_1, aflat cuplat prin intermediul firului sesizor, la bornele sursei de alimentare (circa 0,1 mA). La ruperea firului, rezistența de șuntare a bazei dispare, tranzistorul polarizat de către R_1 trece în stare de conducție, iar dioda LED se aprinde. În acest moment raza de lumină transmisă fototranzistorului FT_1 asigură intrarea în funcțiune a celeilalte scheme. Drept sursă de alimentare (Ea = 3 V) se vor folosi două baterii R-20 înseriate sau un mic redresor, alimentat de la rețea.

Sursa de lumină, respectiv LED-ul folosit, va fi de tip ROL-02 de culoare roșie sau portocalie, culori la care FT_1 este foarte sensibil.

Valoarea curentului prin LED în timpul funcionării este în jur de 15 mA.

Rolul capacitorului C_1 este de a șunta semnalele parazite de diferite frecvențe culese de fir. O mare atenție trebuie acordată ecranării fototranzistorului contra luminii din exterior, deoarece în cazul unei slabe protecții, schema va fi acționată în permanență.

COMANDĂ SONORĂ

Pornind de la un semnal sonor se pot realiza diferite dispozitive automate, destinate să îndeplinească funcțiuni utile fie în scop preventiv, fie de ușurare a unor activități, fie de control a unor operațiuni etc.

În principiu, un asemenea dispozitiv este compus dintr-un detector (captor) al semnalului sonor (un microfon), un amplificator de semnal, un etaj formator de semnal și un bloc de execuție a comenzii.

Semnalul de comandă poate fi zgomotul unui mecanism, vocea unei persoane, spargerea unui geam, zgomotul datorat dereglării unei instalații etc.

În final, dispozitivul de comandă sonoră poate acționa fie asupra unui sistem de avertizare (sonerie, sirenă etc.), fie asupra unor sisteme de reglaj și comutare etc.

Dispozitivul pe care îl prezentăm în fig. 14 permite comutarea (închiderea-deschiderea) — la apariția semnalului sonor — a unui circuit electric de 220 V/50 Hz la care pot fi cuplate un aparat de radio, un bec pentru iluminat etc.

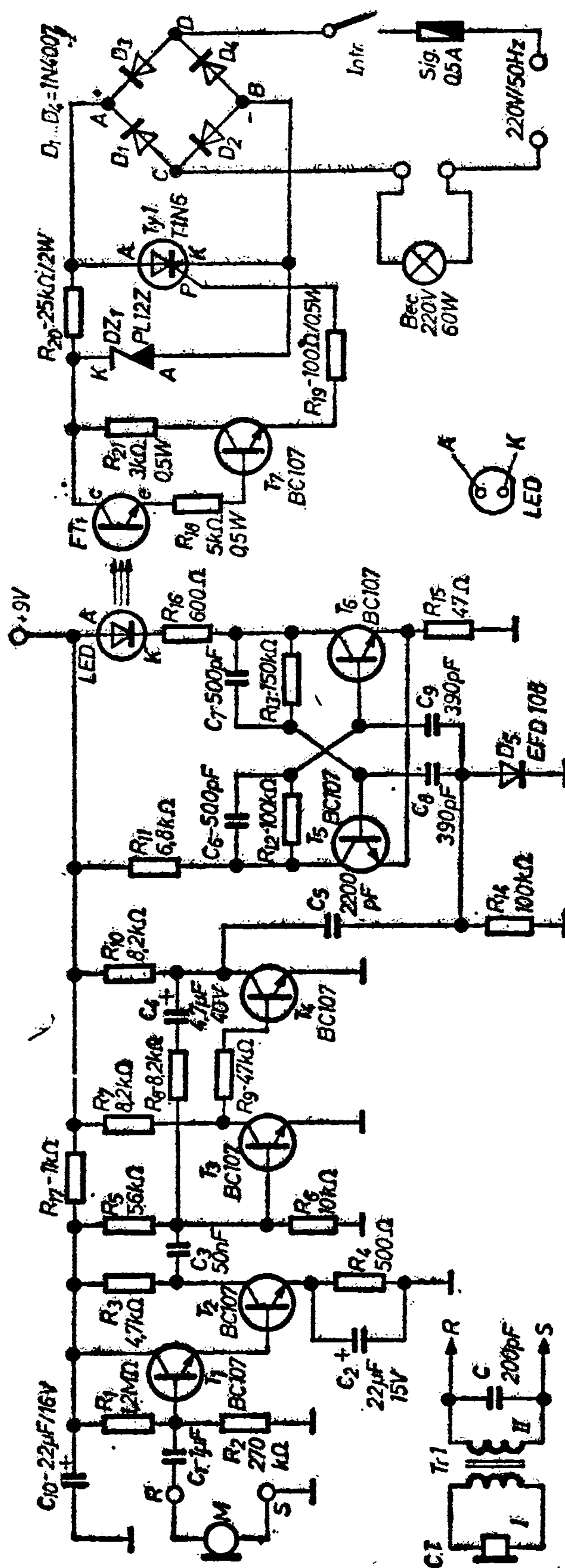

D1...D4-1N4007
D1
D2
D3
D4
A
B
C
D
Intr.
Sig. 0,5A
220V/50Hz
Bec 220V 60W
Ty1 T1N5
R20-25kΩ/2W
DZ1 PL12Z
R19-100Ω/0,5W
R21 3kΩ 0,5W
T7 BC107
FT1
R18 5kΩ 0,5W
LED
+9V
R16 600Ω
T6 BC107
R15 47Ω
C7-500pF
R13-150kΩ
C9 390pF
D5 EFD108
C8 390pF
R14 100kΩ
T5 BC107
R12-100kΩ
C6-500pF
R11 6,8kΩ
C5 2200 pF
R10 8,2kΩ
C4 4,7µF 40V
T4 BC107
R9-47kΩ
R8-8,2kΩ
R7 8,2kΩ
T3 BC107
R17-1kΩ
R5 56kΩ
R6 10kΩ
C3 50nF
R4 500Ω
R3 4,7kΩ
T2 BC107
C2 22µF 15V
T1 BC107
R1 1,2MΩ
R2 270 kΩ
C1-1µF
C10-22µF/16V
M
R
S
Tr1
C 2000pF
C.I.

Fig. 14

Astfel, un asemenea dispozitiv poate fi folosit de un bolnav imobilizat la pat şi care nu are cum să aprindă sau să stingă lumina unei veioze; acelaşi lucru este valabil pentru cazul conectării unui aparat de radio, televizor sau ventilator.

De asemenea, dispozitivul poate fi folosit atunci cînd este vorba de zgomotul ce poate apărea într-un grajd de animale, în cazul spargerii unui geam, plînsetul unui copil aflat într-o cameră vecină etc. Dispozitivul este foarte sensibil şi stabil în funcţionare şi nu prezintă oscilaţii la apariţia sunetelor.

Schema propusă foloseşte ca element de conectare a reţelei un tiristor, comandat la rîndul său printr-un cuplaj optic obţinut cu o diodă LED şi un fototranzistor.

Detectorul semnalului sonor, în cazul de faţă, poate fi un microfon cu cristal de tipul celor folosite la casetofoane, sau o cască telefonică cuplată prin intermediul unui transformator ridicător de tensiune. Oricare ar fi tipul detectorului folosit, schema necesită la intrarea tranzistorului T_1 o tensiune de minimum 15 milivolţi.

În cazul folosirii unui microfon cu cristal, acesta se va conecta direct la bornele de intrare $R - S$, avînd grijă ca firul de masă să fie conectat la borna S.

Cînd dispunem de o cască telefonică, CT, aceasta poate fi cuplată prin intermediul unui transformator, *Tr. 1*, care ajută la ridicarea tensiunii audio pînă la valoarea de minimum 15 milivolţi. Secundarul acestui transformator se va cupla la intrarea $R - S$.

Schema funcţionează în felul următor:

Semnalul captat de microfon este introdus prin C_1 în baza tranzistorului T_1. Acesta împreună cu tranzistorul T_2 este cuplat în montaj Darlington, ceea ce permite obţinerea unei amplificări destul de mari. Curentul de colector al tranzistorului T_2 este în jur de 1 mA, iar tensiunea continuă măsurată între colectorul şi emitorul său este de circa 4 V.

Semnalul acustic astfel obţinut amplificat este cules din colector prin intermediul capacitorului C_3 şi introdus în baza tranzistorului T_3. Pentru o funcţionare normală trebuie ca tensiunea audio culeasă de C_3 să fie de minimum 0,7 V. Perechea de tranzistoare $T_3 - T_4$ este conectată într-o schemă tip circuit monostabil, ceea ce asigură dispozitivului o funcţionare certă la apariţia primului semnal audio.

Astfel, în stare de aşteptare, deci atunci cînd nu se primeşte semnal de la microfon, tranzistorul T_3 se află în stare de conducţie datorită grupului de polarizare R_5, R_6, curentul de colector fiind de circa 1 mA. Tranzistorul T_4 se află blocat, deoarece primeşte pe bază tensiunea de polarizare prin R_9 de la colectorul lui T_3.

Perechea de tranzistoare $T_5 - T_6$ formează un circuit basculant bistabil. La cuplarea sursei de alimentare poate intra în conducţie fie T_5, fie T_6.

Semnalul audio ajuns în baza lui T_3 are formă sinusoidală, de frecvenţă şi amplitudine legate de natura sunetului captat de microfon.

Se observă că semialternanţa pozitivă care ajunge pe baza lui T_3 nu modifică starea tranzistorului, deoarece el se află în stare de conducţie, iar tensiunea pozitivă aplicată în plus nu modifică această stare.

În schimb, în momentul în care apare prima semialternanţă negativă care, aşa cum am arătat mai înainte, trebuie să aibe o tensiune de vîrf de minimum 0,7 V, tranzistorul T_3 se blochează.

În acest moment tensiunea de la colectorul său crește brusc la valoarea sursei de alimentare. Prin R_9 tranzistorul T_4 primește tensiunea de polarizare necesară și se deblochează, colectorul său atingînd aproape potențialul masei. Capacitorul C_4, care pînă în acest moment se află încărcat, se descarcă prin joncțiunea bază-emitor a tranzistorului T_3, avînd polaritatea negativă aplicată bazei. Prin aceasta, tranzistorul T_3 este menținut blocat în continuare, pînă la descărcarea capacitorului C_4.

O dată cu descărcarea lui C_4 are loc un proces asemănător și cu C_5, care se descarcă prin R_{14}, trimițînd, în același timp, un impuls negativ prin C_8 și C_9 către bazele tranzistoarelor T_5 — T_6.

În acest mod, tranzistorul circuitului basculant bistabil care se afla în conducție este blocat, iar cel care se afla blocat intră în conducție, respectiv cele două tranzistoare basculează între ele. Dacă considerăm că T_5 se blochează, iar T_6 intră în conducție, rezultă că dioda LED străbătută de curentul de colector se va aprinde rămînînd în această stare pînă la o nouă basculare a bistabilului.

Constructiv, dioda LED o vom așeza în fața fototranzistorului FT_1, așa după cum este arătat pentru montajul din fig. 13. Lumina emisă de diodă, deschide fototranzistorul FT_1, care la rîndul lui deblochează pe T_7, permițînd stabilirea circuitului de deschidere a tiristorului Ty_1. Odată deschis Ty_1, este asigurat circuitul pentru aprinderea becului de 220 V montat în serie cu diagonala C — D a punții D_1 — D_4. Becul va sta aprins atîta timp cît este aprinsă și dioda LED.

Folosirea cuplajului opto-electronic între partea audio și partea de putere (de tensiune ridicată) asigură separarea galvanică a celor două blocuri și totodată protecția persoanei care folosește dispozitivul.

Dacă în locul diodei LED și a rezistorului R_{16} se introduce un releu electromagnetic, avînd o rezistență a înfășurărilor de circa 1 000 ohmi, cu ajutorul contactelor sale se vor putea închide alte circuite care ne interesează, în acest caz renunțîndu-se la folosirea blocului comandat de fototranzistor.

Revenind la C_4, se constată că după descărcarea lui, tranzistorul T_3 trece imediat în stare de conducție, iar T_4 în stare de blocare. Colectorul lui T_4 trece printr-un salt — înapoi la valoarea tensiunii de alimentare, iar capacitorul C_4 începe să se încarce fără a influența vreun alt circuit. Se încarcă, de asemenea și C_5: impulsul pozitiv transmis prin acesta în momentul începerii încărcării nu are influență asupra circuitului bistabil, deoarece acest impuls este scurs la masă de către dioda D_5. Dacă nu ar exista această diodă, în momentul deblocării lui T_4, circuitul bistabil ar bascula din nou.

La un nou semnal captat de microfon schema funcționează la fel, cu singura deosebire că prin noul impuls transmis prin C_8 — C_9, circuitul bistabil va bascula, ceea ce are ca urmare stingerea diodei LED și ca atare și a becului de 220 V.

Schema prezintă avantajul că orice sunet apărut pe timpul acționării circuitului monostabil, acesta nu influențează funcționarea de ansamblu a dispozitivului.

Pentru o bună reușită a montajului se recomandă ca C_4 și D_5 să fie de bună calitate și verificate înainte de montare.

În cazul folosirii, în locul microfonului, a unei căști telefonice de mică impedanță, se va folosi transformatorul ridicător de tensiune $Tr._1$ care se va realiza pe un pachet de tole, avînd o secțiune de circa 2 cm^2.

Înfășurarea I va cuprinde un număr de 150 spire, bobinate cu sîrmă de cupru emailat avînd secțiunea de 0,2 0,25 mm, iar înfășurarea II un

număr de 1 800 spire, bobinate cu sîrmă de cupru ,emailat avînd secțiunea de 0,1 mm.

Între înfășurări se va așeza un strat izolator de hîrtie, precum și un ecran electric conectat la masă.

Pentru verificarea schemei se va folosi un voltmetru de c.c., cu ajutorul căruia vom măsura mai întîi tensiunile dintre colectorul tranzistoarelor și masă. Verificarea va începe cu circuitul basculant bistabil. La conectarea tensiunii de alimentare, este posibil ca dioda LED să se aprindă.

Atingînd succesiv cu o șurubelniță neizolată punctul de întîlnire a celor două capacitoare, C_8 — C_9, va trebui ca circuitul bistabil să basculeze de fiecare dată. Voltmetrul de c.c. conectat între colectorul lui T_5 sau T_6 și masă va trebui să arate succesiv tensiunea sursei sau o tensiune sub 0,4 V, după cum circuitul este basculat într-o parte sau alta.

Urmează verificarea funcționării tranzistoarelor T_3 — T_4. În poziția de așteptare, tensiunea la colectorul lui T_3 va trebui să fie sub 0,3 V, iar la colectorul lui T_4 o tensiune apropiată de cea a sursei de alimentare. La lovirea ușoară a microfonului cu mînerul șurubelniței va trebui ca valoarea de la colectorul lui T_3 să facă un salt, de la valoarea de + 0,3 V la cea de aproximativ + 9 V și să se mențină cîteva secunde în această stare, după care să revină.

În continuare, se testează funcționarea la primirea semnalului sonor. Pentru aceasta, aflîndu-ne la o distanță de 1 m de microfon, vom bate scurt din palme; va trebui ca în acest moment LED-ul să se aprindă sau dacă era aprins să se stingă.

Vom repeta încercarea de mai multe ori, urmărind ca la fiecare încercare să se aprindă dioda LED. Pentru un microfon de calitate, dispozitivul trebuie să comute la lovirea palmelor de la o distanță de 5 m și chiar mai mult.

Urmează încercarea la vorbă, care constă în rostirea oricărui cuvînt sau silabe în fața microfonului, începînd cu distanța de 0,5 m.

Îndepărtîndu-ne, va trebui ca dispozitivul să acționeze la rostirea cu tărie normală a cuvintelor pînă la o distanță de 3 m și chiar mai mult.

După aceste verificări, se va cupla dispozitivul realizat cu tiristorul Ty_1 și FT_1, folosind aceleași indicații date pentru montajul din fig. 13

Alimentarea montajului care asigură aprinderea și stingerea diodei LED se va face de la o tensiune de 9 $\pm$ 1 V. Această tensiune va fi asigurată de un redresor simplu alimentat de la rețea.

Constructiv, montajul se va realiza pe trei plăcuțe separate: una va cuprinde partea ce lucrează cu semnalul audio, a doua partea ce lucrează cu tensiunea de 220 V, iar a treia va reprezenta redresorul pentru 9 V. Întregul ansamblu va fi protejat de o cutie metalică sau din material plastic. Microfonul va fi fixat pe un perete al acestei cutii.

Becul de 220 V poate fi fixat de cutie printr-un braț sau poate aparține unei veioze aflate alături de dispozitiv. Schema poate comanda și alte elemente care se alimentează de la 220 V și care vor fi conectate în locul becului de 220 V.

Micșorarea sensibilității montajului se poate face prin introducerea în locul rezistorului R_2 a unui potențiometru de aceeași valoare, la cursorul căruia să fie conectat capacitorul C_1.

Tranzistoarele sînt toate de tipul BC 107 sau altele similare, rezistoarele vor fi de 0,25 W, iar capacitoarele, în afară de cele electrolitice, vor fi de tipul plachetă sau cu polistiren, poliester metalizat etc.

În afară de cele recomandate mai înainte, dispozitivul mai poate fi folosit pentru a semnaliza optic, pentru persoanele cu surditate avansată, apelul aparatului telefonic sau al soneriei de apartament.

CONTROLUL AUTOMAT AL TENSIUNILOR

În practică întîlnim situații cînd alimentarea unor montaje solicită tensiuni foarte stabile, variația acestora avînd urmări nedorite asupra instalației respective. Funcție de importanța instalației există automate mai complicate sau mai puțin complicate care în principiu deconectează consumatorul de la sursă, alarmînd în același timp, optic sau acustic, evenimentul respectiv.

Legat de natura sursei supravegheate vom întîlni automate pentru controlul surselor de curent continuu și automate pentru controlul surselor de curent alternativ, cum ar fi cazul rețelei de 220 V.

Din varietatea mare de asemenea montaje, în cele ce urmează sînt prezentate două scheme eficiente fiind destinate una să controleze o sursă de curent continuu, iar cealaltă, tensiunea rețelei de 220 V/50 A, deci o sursă de curent alternativ.

Avînd două tranzistoare, schema din figura 15 asigură alimentarea unui consumator oarecare, cu o tensiune continuă $Ea = 12$ V. În momentul în care această tensiune coboară sub 12 V și anume atinge valoarea de 11,6 V, releul *Rel. 1* este acționat și alimentarea către consumator (prin contactele *a — b*) este întreruptă. În același timp, un bec, L_1, se aprinde, semnalizînd optic starea respectivă. Dacă în locul becului se introduce un oscilator se poate obține și o alarmare acustică.

Sursa de alimentare *Ea* poate fi un acumulator, o baterie uscată sau un redresor. Din sursa *Ea* este alimentat atît consumatorul, — care va fi conectat la bornele de ieșire notate cu „+" și „—", precum și montajul electronic de supraveghere. Continuitatea circuitului sursei *Ea* către consumator este asigurată de contactul de repaus *a — b* al releului *Rel. 1* care în cazul în care sursa are valoarea de 12 V, stă neatras.

Prin construcție, contactele unui releu sînt, de regulă, grupate cîte trei *(a, b, c)* unde lamela centrală (contactul *b*) se află pentru starea de repaus

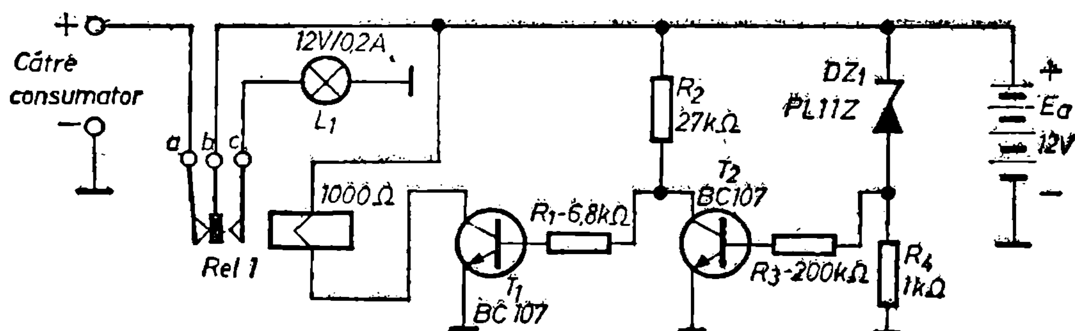


Fig. 15

poziționată mecanic pe lamela care constituie contactul *a*. Cînd releul este acționat, lamela *b* este obligată de paletă să părăsească contactul *a* și să împingă în lamela care constituie contactul *c*.

Micșorarea tensiunii *Ea* sub valoarea de 12 V este sesizată de dioda Zener DZ_1.

Pentru a determina cu exactitate tensiunea pentru care schema va trece automat la întreruperea circuitului către consumator, este recomandat ca înainte de realizarea propriu-zisă a montajului să efectuăm următoarea măsurătoare: se montează dioda DZ_1, de tipul PL 11 Z, în serie cu rezistorul R_4, la bornele unui redresor cu tensiune reglabilă, respectînd polaritățile date în figură. Se cuplează uu voltmetru de curent continuu la bornele rezistorului R_4.

Se pornește redresorul și se crește tensiunea acestuia de la 0 V către 12 V. Vom constata că pînă la valoarea de 11,6 V dată de redresor, la bornele lui R_4 nu vom avea nici o tensiune. Imediat ce s-a trecut de valoarea de 11,6 V, tensiunea măsurată la bornele lui R_4 va crește brusc la valoarea de circa 1 V. Crescînd în continuare tensiunea redresorului, vom constata creșterea în aceeași măsură a valorii arătate de voltmetrul folosit. (Aceste valori pot avea mici abateri de la un exemplar la altul, deoarece diodele Zener, din fabricație, nu sînt identice.)

După această determinare se poate trece la executarea restului montajului. Tensiunea de la bornele rezistorului R_4 este preluată prin R_3 și aplicată bazei tranzistorului T_2. Cînd la bornele lui R_4 există tensiune — deci tensiunea *Ea* este mai mare de 11,6 V — atunci T_2 este deblocat, iar tensiunea la colectorul său este sub 0,2 V.

Cum tensiunea de la colectorul lui T_2 comandă tranzistorul T_1, rezultă că acesta se va afla blocat și ca atare releul *Rel. 1* rămîne neacționat.

Așa cum am arătat și mai înainte, pentru această situație considerată normală, tensiunea *Ea*, prin contactele *a* — *b*, ajunge la consumator.

La micșorarea tensiunii *Ea* sub 11,6 V, tensiunea la bornele lui R_4 dispare, tranzistorul T_2 se blochează, pentru restul circuitului el putînd fi considerat ca inexistent. Prin R_1 și R_2 baza lui T_1 este polarizată, curentul de colector al acestuia acționînd releul *Rel. 1*. De data aceasta contactul *a* — *b* se întrerupe și se stabilește contactul *b* — *c*. Ca rezultat, tensiunea către consumator este întreruptă, iar becul L_1 se aprinde semnalizînd diminuarea tensiunii. Creșterea tensiunii din nou la o valoare mai mare de 11,6 V aduce schema în poziția normală de lucru. Consumul de curent al schemei ce realizează acest control automat este de circa 2 mA pentru poziția normală și de cca 215 mA pentru situația de avertizare (200 mA este consumul becului L_1, 12 mA este curentul prin releul *Rel. 1*)

Releul folosit va trebui să aibă o valoare a rezistenței bobinajului în jur de 1 000 ohmi și o tensiune de lucru de 12 V.

Schema pentru supravegherea tensiunii alternative a rețelei de 220 V este dată în figura 16.

Tensiunea rețelei este introdusă în primarul unui transformator *Tr. 1* realizat pe un miez de tole de minim 3 cm².

La înfășurarea secundară, *II*, care trebuie să asigure o tensiune de 2 V se cuplează un bec, tip lanternă, de 2,5 V, care semnalizează existența tensiunii de rețea.

Înfășurarea secundară, *I*, trebuie să asigure o tensiune alternativă de 9,5 V. Această tensiune este introdusă într-o punte redresoare tip 1PM 0,5, obținîndu-se în final la bornele capacitorului C_1 o tensiune cu puțin peste + 12 V.

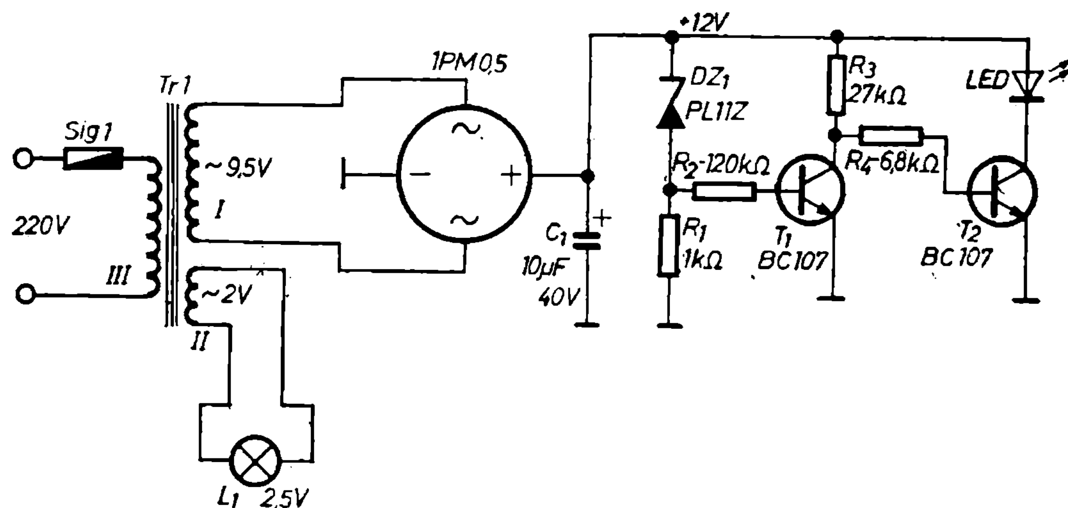


Fig. 16

Este necesar să fie respectată tensiunea din secundarul *I* pentru a se putea obține tensiunea continuă impusă (+ 12 V).

Parcurgînd circuitul DZ_1 — R_1, curentul de 1 mA permite să obținem la bornele diodei DZ_1 tensiunea stabilizată de circa 11 V, iar la bornele rezistorului R_1 o tensiune de 1 V. De la bornele lui R_1, tensiunea este aplicată, prin R_2, pe baza tranzistorului T_1, deblocîndu-l.

Cum tensiunea la colectorul lui T_1 este în această situație apropiată de zero, rezultă că T_2 va fi blocat și deci dioda LED nu va fi aprinsă.

La scăderea tensiunii de rețea sub 210 V, tensiunea la bornele capacitorului scade proporțional sub 12 V, iar tensiunea de la bornele rezistorului R_1 dispare. Acum T_1 se blochează, iar T_2 se deschide, ceea ce conduce la aprinderea LED-ului, semnalizîndu-se în acest mod micșorarea de tensiune. Introducerea în locul diodei electroluminiscente a unui releu asemănător schemei din figura 15 va permite cuplarea a diferite surse de semnale de avertizare, care ne favorizează.

Pentru realizarea înfășurărilor secundare *I* și *II* se va folosi sîrmă de cupru avînd diametrul de 0,2 ... 0,25 mm.

Montajul se poate realiza fie ca piesă independentă, care să fie fixată în apropierea unei prize, sau ca parte componentă a unui aparat sau instalații, cele două surse luminoase, L_1 și *LED*, urmînd a fi fixate pe panoul frontal.

Schema poate fi realizată nu numai pentru a semnala scăderea tensiunii de rețea, ci și creșterea acesteia peste valoarea de 220 V.

Pentru această variantă va fi necesar ca dioda DZ_1 să fie de tipul PL 12 Z, iar în colectorul lui T_1 să fie introdsă, în locul lui R_3, dioda LED (T_2 nu mai este necesar.)

Cît timp tensiunea rețelei are valoarea de 220 V, prin R_1 nu va circula nici un curent, tranzistorul T_1 va fi blocat, iar dioda LED nu va lumina.

Creșterea tensiunii rețelei peste 230 V va duce la creșterea proporțională a tensiunii de + 12V, la bornele rezistorului R_1 avînd o tensiune de 1 V. De data acesta, T_1 se deschide, deoarece are asigurată tensiunea de polarizare, iar dioda LED se va aprinde.

Prin cuplarea ambelor variante se poate obține un dispozitiv care să semnalizeze atît scăderea tensiunii cît și creșterea acesteia.

REGULATOARE AUTOMATE DE TURAŢIE

Pentru menţinerea constantă — în mod automat — a turaţiei electromotoarelor se pot folosi fie regulatoare mecanice, fie regulatoare electronice. Funcţie de puterea electromotorului, precum şi funcţie de sursă de la care se alimentează (curent continuu sau curent alternativ), aceste regulatoare vor diferi de la un caz la altul. Sistemul de urmărire şi menţinere automată a turaţiei este totdeauna un sistem închis, parametrii obţinuţi depinzînd atît de configuraţia schemei folosite cît şi de calitatea componentelor utilizate. În cele de faţă vom trata numai problema reglării automate a electromotoarelor de curent continuu, de mici dimensiuni folosite de regulă în casetofoane în telecomenzi sau în orice alt dispozitiv de mici dimensiuni.

Construcţiile moderne de asemenea electromotoare (numite uneori şi micromotoare) sînt caracterizate prin folosirea de statoare realizate din magneţi permanenţi. Rotorul este alimentat prin intermediul a două perii, care de fapt reprezintă şi bornele de conectare a electromotorului. La aceste tipuri de electromotoare, turaţia creşte o dată cu creşterea tensiunii de alimentare şi invers. De asemenea, turaţia este influenţată de sarcina mecanică (cuplul rezistent) ce apare la axul motor, turaţia scăzînd odată cu creşterea sarcinii. Din diagramele de funcţionare a acestor electromotoare rezultă că atunci cînd cuplul rezistent creşte şi turaţia scade este suficient să mărim valoarea tensiunii de alimentare pînă cînd turaţia revine la normal; invers, cînd prin micşorarea sarcinii de la axul motor şi cînd turaţia tinde să crească, este suficient să micşorăm tensiunea de alimentare cu o valoare care va aduce turaţia la valoarea impusă ca turaţie normală.

De asemenea, se impune că atunci cînd tensiunea de alimentare a electromotorului se modifică datorită diferitelor cauze, sistemul de reglare automată trebuie să sesizeze acest lucru şi să controleze permanent tensiunea. Rezultă aşadar că unui regulator automat de turaţie i se cere să menţină constantă turaţia electromotorului respectiv, la modificarea, pe rînd sau simultană, atît a cuplului rezistent, cît şi a tesiunii de alimentare. În cele ce urmează sînt prezentate două scheme electronice de regulatoare ce se pot folosi pentru diverse tipuri de micromotoare.

Schema dată în figura 17 este compusă din două tranzistoare obişnuite, din care T_1 lucrează ca element de reglare, iar T_2 ca amplificator de eroare. Tranzistorul T_1 este montat după o schemă de amplificator de curent continuu, avînd ca sarcină principală în colector rezistorul R_2 înseriat cu electromotorul M. În cazul în care prin acest circuit există curent de colector, se poate scrie relaţia:

$$Ea = U_T + U_{R_2} + U_M$$

unde Ea — tensiunea sursei de alimentare; U_T = tensiunea de la bornele tranzistorului T_1; U_{R_2} — tensiunea de la bornele rezistorului R_2; U_M — tensiunea de la bornele electromotorului.

Tensiunea U_M de la bornele electromotorului trebuie să fie permanent constantă, condiţie ce asigură menţinerea constantă a turaţiei acestuia. În cazul cînd valoarea tensiunii de alimentare se modifică, pentru a păstra egalitatea relaţiei de mai înainte va fi necesar ca unul din termenii U_T sau U_{R_2} să se modifice aşa fel încît să compenseze valoarea de fluctuaţie al lui Ea.

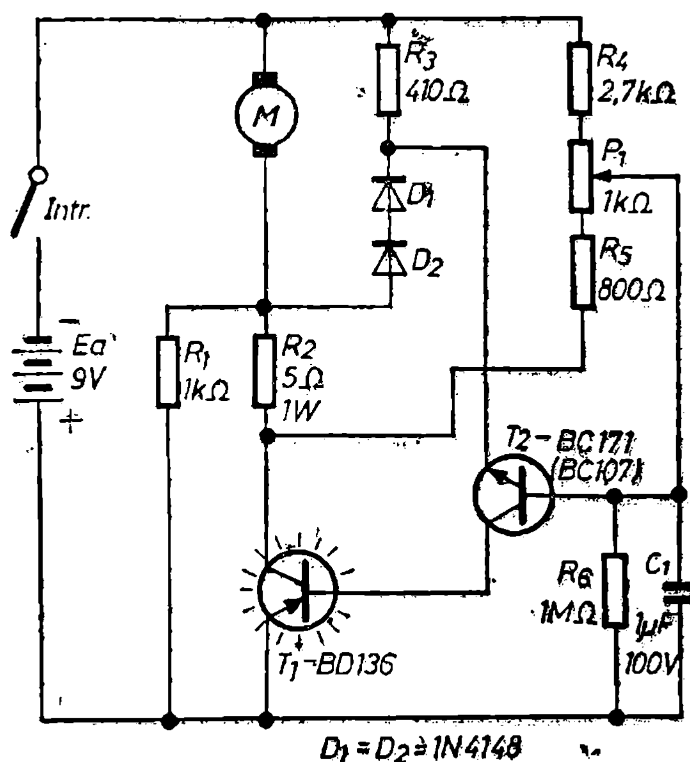


Fig. 17

Cel mai comod în cazul de față este să fie modificată căderea de tensiune dintre emitorul și colectorul lui T_1 așa fel ca:

$$(E_a \pm \Delta E) = (U_T \pm \Delta E) + U_{R2} + U_M.$$

În acest mod se realizează menținerea constantă la bornele electromotorului a tensiunii U_M, operație care se obține în mod automat, așa după cum vom vedea mai departe.

A doua situație destabilizatoare posibilă pe timpul lucrului electromotorului este datorată modificării cuplului rezistent. Cînd cuplul rezistent crește, deci electromotorul „trage" mai greu, rotorul (dacă nu se intervine) are tendința să se rotească mai încet. Între o asemenea situație, scăderea turației duce la scăderea valorii tensiunii contraelectromotoare rotorice și implicit la creșterea curentului din circuit. De aici rezultă că la bornele lui R_2 va apărea o tensiune mai mare decît în cazul funcționării normale. Rezultă iarăși că pentru menținerea egalității tensiunilor, va fi necesar ca tensiunea de la bornele tranzistorului T_1 să fie modificată corespunzător, adică:

$$Ea = (U_T - \Delta U_{R2}) + (U_{R2} + \Delta U_{R2}) + U_M.$$

Toate aceste operații, așa după cum am arătat mai înainte, se petrec în mod automat, la desfășurarea lor participînd și celelalte elemente ale schemei. Astfel, pentru comanda tensiunii de polarizare necesară bazei lui T_1 este introdus tranzistorul T_2. Acesta culege informații despre starea circuitului atît prin emitor, cît și prin bază. În acest sens, la bornele electromotorului este conectat în derivație grupul $R_3 - D_1 - D_2$ prin care va circula, numai într-un singur sens, un curent determinat de tensiunea existentă la bornele acestuia.

Tensiunea care apare la bornele rezistorului R_3 este aplicată emitorului tranzistorului T_2 și reprezintă o tensiune de blocare a acestuia.

Valoarea tensiunii de la bornele lui R_3 este, pentru schema de față, mai mică cu aproximativ 1,4 V față de tensiunea existentă la bornele electromotorului, adică:

$$U_{R3} = U_M - 2U_D = U_M - 1{,}4 \text{ V},$$

unde U_D reprezintă căderea de tensiune pe o diodă aflată în stare de conducție, valoare care pentru o diodă cu siliciu este foarte apropiată de 0,7 V. De reținut în același timp că pentru variații ale tensiunii aplicate grupului $R_3 - D_1 - D_2$ căderea de tensiune pe diodele aflate în conducție se menține constantă, ceea ce face ca variațiile de tensiune să se transmită în totalitate la bornele rezistorului R_3.

Polarizarea aplicată bazei tranzistorului T_2 se culege potențiometric de la grupul $R_4 - P_1 - R_5$. Tensiunea aplicată acestui grup se culege între colectorul lui T_1 și borna minus a sursei de alimentare, adică este tensiunea $U_{R2} + U_M$.

Pentru ca tranzistorul T_2 să se deblocheze, trebuie ca tensiunea aplicată bazei acestuia să fie cu circa 0,7 V mai mare decît tensiunea de blocare existentă pe emitor, tensiune care, așa după cum am văzut mai înainte, are valoarea $U_M - 1{,}4$ V.

Tensiunea aplicată bazei lui T_2 se consideră tensiunea existentă între cursorul potențiometrului P_1 și borna minus a sursei de alimentare.

Cînd T_2 este deblocat, el asigură curentul de polarizare necesar bazei lui T_1.

Cu cît T_2 este mai deschis, deci cu cît tensiunea aplicată bazei lui este mai mare, cu atît și curentul de polarizare din baza lui T_1 este mai mare și deci și curentul de colector mai mare.

De aici rezultă că prin reglarea potențiometrului P_1 putem mări sau micșora curentul prin T_1, ceea ce corespunde cu mărirea sau micșorarea tensiunii U_M aplicate electromotorului M.

Orice tendință de micșorare sau mărire a tensiunii existente la emitorul și baza lui T_2 atrage după sine modificarea condițiilor de funcționare pentru tranzistorul T_1.

Cînd tensiunea de alimentare E_a, dintr-o cauză oarecare, tinde să crească, această creștere se observă imediat și la bornele $E - C$ ale lui T_1. Tendința de creștere a tensiunii de la bornele lui R_3 și de la cursorul lui P_1 este în același sens, ceea ce face ca T_1 să nu-și modifice punctul de funcționare și prin urmare să nu se modifice nici polarizarea bazei lui T_1.

Curentul prin tranzistorul T_1 menținîndu-se astfel constant, rezultă că atît tensiunea U_{R2}, cît și tensiunea U_M se vor menține constante. În acest fel, orice fluctuație a tensiunii de alimentare E_a, apare ca fluctuație a tensiunii de colector a tranzistorului T_1, turația electromotorului menținîndu-se constantă. Această distribuție de tensiuni se poate verifica în cazul schemei din figura 17, folosind un voltmetru de curent continuu și o sursă E_a variabilă.

La început vom conecta voltmetrul la bornele electromotorului spre a regla tensiunea la care trebuie să lucreze. Pentru aceasta, după cuplarea sursei de alimentare E_a, se va roti lent cursorul lui P_1, urmărind în același timp modificarea tensiunii U_M pînă la valoarea dorită.

În continuare, se va modifica în plus și în minus valoarea tensiunii E_a, (cu circa $\pm$ 50%), urmărindu-se în același timp valoarea tensiunii U_M. Vom constata că pentru variațiile mari ale lui E_a, valoarea U_M rămîne neschimbată, deci neschimbată și turația electromotorului.

Mutînd voltmetrul la bornele rezistorului R_2, vom constata același lucru, adică nemodificarea tensiunii U_{R_2} la variații ale lui E_a. De aici se trage concluzia că curentul de colector al tranzistorului T_1 rămîne nemodificate.

Cuplînd însă voltmetrul la bornele $E - C$ ale lui T_1, vom constata că orice variație a lui E_a se transmite în acest punct.

În situația la care la axul electromotorului apare o sarcină suplimentară față de funcționarea normală sau, invers, sarcina (cuplul rezistent) se micșorează, atunci apare tendința ca valoarea curentului prin electromotor să se modifice.

Aceste modificări ale curentului se traduc imediat în variații de tensiune la bornele lui R_2, iar de aici mai departe ca variații de tensiune aplicate grupului $R_4 - P_1 - R_5$. De data aceasta, tensiunea aplicată bazei lui T_2 se modifică și, în final, este comandată polarizarea lui T_1.

De exemplu, dacă cuplul rezistent la axul electromotorului crește, acesta are tendința să-și încetinească turația, iar curentul prin electromotor începe să crească. În acest moment crește și tensiunea la bornele lui R_2 ca urmare a creșterii curentului care o străbate și, în cele din urmă, crește și tensiunea aplicată la baza lui T_2 prin cursorul potențiometrului P_1. Creșterea curentului prin T_2 înseamnă creșterea cu aceeași valoare a curentului de polarizare a bazei tranzistorului T_1 și prin urmare creșterea curentului de colector și, în același timp, micșorarea automată a tensiunii dintre punctele $E - C$. Prin aceasta, tensiunea aplicată electromotorului crește cu o anumită valoare, care vine să învingă cuplul rezistent așa fel ca turația să se mențină constantă.

Tensiunea crescută, aplicată de astă dată electromotorului, este controlată prin intermediul creșterii tensiunii pe R_3, creștere care are loc pînă în momentul în care valoarea sa este cu 0,7 V mai mică decît tensiunea de la cursorul lui P_1.

Verificarea comportării schemei pentru cazul cînd are loc modificarea cuplului rezistent se poate face tot cu ajutorul unui voltmetru de c.c. Pentru aceasta, se conectează voltmetrul în derivație pe R_2. Strîngînd cu ajutorul degetelor axul motor, vom constata o creștere a tensiunii U_{R_2}, ceea ce înseamnă o creștere a curentului prin circuit. Vom muta apoi voltmetrul în derivație pe electromotor și căutînd să încetinim rotația axului în același mod ca mai înainte, vom constata creșterea tensiunii U_M. Cu voltmetrul aflat în derivație pe tranzistorul T_1, la aceeași încercare de încetinire a rotației axului vom constata o scădere a tensiunii de colector (U_T). Valorile componentelor cu care este echipată schema din figura 17 corespunde cazului alimentării schemei de la o tensiune de 9 V și pentru un micromotor care funcționează la 4 V și un curent în jur de 0,1 A. În cazul folosirii altor valori, schema se poate recalcula, avîndu-se în vedere recomandările următoare:

Valoarea tensiunii de alimentare E_a se alege așa fel ca:

$$E_a \simeq 2\,U_M,$$

unde U_M reprezintă tensiunea la care va lucra electromotorul. Astfel, dacă acesta, prin construcție, lucrează la o tensiune de 4 V, se va lucra cu o tensiune E_a de 8 V sau 9 V dacă se folosesc baterii uscate.

Rezistorul R_2 se calculează așa fel ca $U_{R2} \simeq 0{,}5$ V. Astfel, dacă curentul de lucru al electromotorului este de $i = 0{,}1$ A, curent care trece și prin R_2 valoarea lui R_2 va fi dată de:

$$R_2 = \frac{U_{R2}}{i} = \frac{0{,}5 \text{ V}}{0{,}1 \text{ A}} = 5 \text{ ohmi}.$$

Acest rezistor se va realiza prin cuplarea în derivație a două rezistoare de 10 ohmi sau trei rezistoare de 15 ohmi/0,25 W

Grupul $R_4 - P_1 - R_5$ se calculează plecînd de la valoarea curentului care trebuie să circule prin acest divizor. Admițînd un curent $i_d = 0{,}001$ A rezultă;

$$R_4 + P_1 + R_5 = \frac{U_M + U_{R2}}{i_d}.$$

Pentru cazul schemei de față vom găsi;

$$R_4 + P_1 + R_5 = \frac{4 + 0{,}5}{0{,}001} = 4\,500 \text{ ohmi}.$$

Se alege pentru P_1 o valoare ușor de obținut ca, de exemplu, un potențiometru tip trimer de 1 000 ohmi. Celelalte două valori $(R_4 + R_5)$ care trebuie să acopere valoarea de 3 500 ohmi se determină ținînd seama de tensiunea U_{R3} și de faptul că pentru reglajul respectiv, cursorul potențiometrului este de dorit să se afle în poziția centrală.

Cum $U_{R3} = 4 \text{ V} - 1{,}4 \text{ V} = 2{,}6$ V și cum tensiunea la cursorul potențiometrului trebuie să fie de $2{,}6 \text{ V} + 0{,}7 \text{ V} = 3{,}3$ V, rezultă că rezistența între cursor și borna minus adică $\frac{P_1}{2} + R_4$ va avea valoarea;

$$\frac{P_1}{2} + R_4 = \frac{3{,}3 \text{ V}}{0{,}001 \text{ A}} = 3\,300 \text{ ohmi}.$$

Știind că $P_1 = 1\,000$ ohmi, rezultă $R_4 = 2\,800$ ohmi.

Practic se va monta o valoare standardizată și anume $R_4 = 2\,700$ ohmi. De aici rezultă;

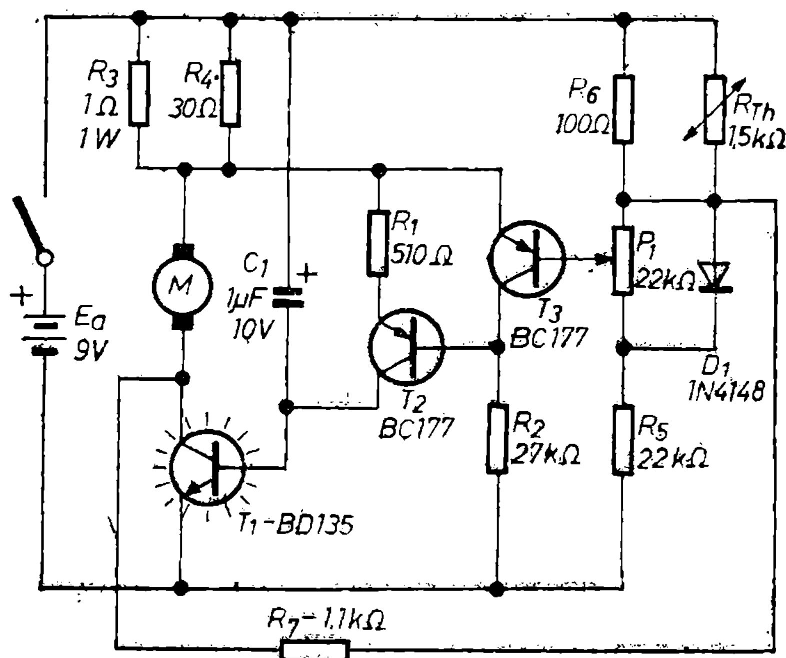
$$R_5 = 4\,500 - 1\,000 - 2\,700 = 800 \text{ ohmi}.$$

Rezistorul R_3 se calculează plecînd de la a admite prin circuitul $R_3 - D_1 - D_2$ existența unui curent cuprins între 5 și 10 mA.

În acest sens alegem valoarea de 410 ohmi / 0,25 W.

Capacitorul C_1 din circuit are rolul de a asigura amorsarea schemei la cuplarea sursei de alimentare. Fără acest capacitor schema rămîne în stare de repaus chiar dacă sursa este cuplată. Astfel, în momentul acționării întrerupătorului *Intr.* capacitorul C_1 începe să se încarce prin $R_4 - P_1$, punînd pentru foarte scurt timp baza lui T_2 la plusul sursei de alimentare, operație suficientă ca acesta să se deblocheze, iar schema să înceapă să funcționeze. În paralel cu C_1 se află R_6 care are rolul de a asigura descărcarea lui C_1 la

Fig. 18



deconectarea alimentării. Tranzistoarele folosite trebuie să aibe factorul $\beta \simeq 100$. Pentru evitarea supraîncălzirii lui T_1 se recomandă ca acesta să fie aplicat pe un radiator confecţionat din tablă de aluminiu groasă de 0,5 ... 1 mm şi avînd o suprafaţă de 30 × 50 mm. Schema poate înlocui cu succes regulatoarele defecte echipate cu circuite integrate greu de procurat. Reglarea turaţiei electromotorului se face prin manevrarea lentă a cursorului potenţiometrului P_1, urmărind fie tensiunea ce apare la bornele de alimentare a acestuia, fie modul de redare a unei inregistrări, dacă este vorba de un casetofon sau, în sfîrşit, măsurînd chiar turaţia de lucru dacă dispunem de un aparat specializat. Cea de a doua schemă de regulator electronic de turaţie este prezentată în figura 18.

Este vorba de o schemă compusă din trei tranzistoare, din care două (T_2 şi T_3) lucrează ca amplificatoare în circuitul de reglare al erorii, asigurînd o mai mare sensibilitate la modificarea cuplului rezistiv şi a sursei de alimentare. Schema cuprinde şi un circuit de compensare termică, introdus în baza lui T_3 şi care prin intermediul termistorului R_{Th} asigură funcţionarea stabilă a schemei în limitele −10°C pînă la +60°C. De asemenea, pentru variaţii ale tensiunii de alimentare cuprinse între 5 V şi 10 V turaţia electromotorului se modifică numai cu circa 0,7 %. Reglarea turaţiei electromotorului la valoarea de lucru dorită, respectiv a tensiunii U_M, se face prin reglarea potenţiometrului P_1. Reglarea rezistorului R_2 în anumite limite permite obţinerea unei dependenţe minime a turaţiei faţă de variaţia sursei de alimentare.

Modificarea rezistorului R_4 duce de asemenea la obţinerea unei dependenţe minime a turaţiei faţă de modificarea cuplului rezistiv. Valorile componentelor din schemă sînt date pentru o tensiune de alimentare de 9 V şi pentru un electromotor avînd turaţia de regim de 2 000 rot/min.

Capitolul 3

PENTRU LABORATORUL ŞCOLII

OSCILATOR CU COMANDĂ SENZORIALĂ

Folosind un circuit integrat tip MMC 4011, care conţine patru porţi SI-NU, cu două intrări fiecare, şi realizat în tehnologie CMOS, se poate construi un multivibrator astabil cu comandă senzorială tip start-stop (figura 19).

Acest tip de oscilator poate servi pentru comanda altor oscilatoare, pentru acţionarea unor relee electronice, pentru asigurarea unor semnale de reglaj şi control, pentru telecomenzi etc.

Înainte de a trece la descrierea schemei propriu-zise, să luăm cunoştinţă pe scurt de posibilităţile oferite de aceasta.

Ca elemente „exterioare", schema cuprinde un element de comandă, care este un contact de tip senzor şi două ieşiri Q şi $\bar{Q}$.

Iniţial, la aplicarea tensiunii de alimentare, ieşirile Q şi $\bar{Q}$ trec aleator, una în nivel logic 1, iar cealaltă în nivel logic 0 (starea 0). Astfel, dacă la cele două ieşiri conectăm cîte un voltmetru de curent continuu, vom citi la una din ieşiri o tensiune practic egală cu tensiunea sursei de alimentare, iar la cealaltă o tensiune practic nulă. Atingînd cu degetul contactul tip senzor, vom constata că tensiunile de la cele două ieşiri se vor modifica ritmic şi

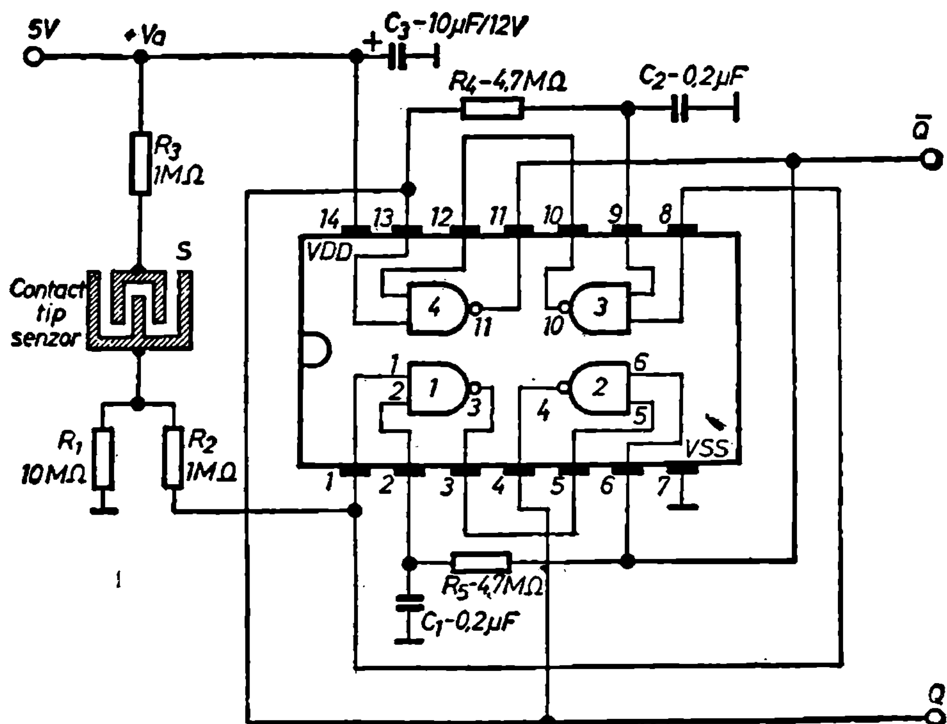


Fig. 19

anume cînd Q este în nivel logic 1, $\bar{Q}$ se va afla în nivel logic 0, după care Q trece în logic 0, iar $\bar{Q}$ în nivel logic 1. Basculărea ieşirilor dintr-o stare în alta se face cu o frecvenţă dată de elementele constructive ale schemei şi are loc atîta timp cît ţinem degetul pe contactul senzor.

Cînd ridicăm degetul de pe senzor, bascularea încetează, cele două ieşiri rămînînd în starea în care ele se aflau în momentul încetării acţionării, respectiv schema memorează ultima stare. Dacă acţionăm asupra senzorului un timp mai scurt decît timpul necesar basculării, starea celor două ieşiri rămîne neschimbată. Salturile de tensiune de la cele două ieşiri Q şi $\bar{Q}$ pot fi preluate în acelaşi timp sau separat şi pot fi folosite pentru orice tip de comandă prin tensiune.

Urmărind schema de principiu din figura 19, se constată că intrarea *1* a porţii SI-NU nr. 1 şi intrarea *8* a porţii nr. 3 sînt legate între ele şi prin rezistoarele R_1 — R_2 sînt cuplate la masă, adică la un potenţial nul (nivel logic 0).

Aceasta reprezintă starea de repaus a montajului. Intrarea *2* a porţii nr. 1 şi intrarea *9* a porţii nr. 3 sînt conectate cu cîte un capacitor (C_1 şi C_2) la masă, iar prin rezistoarele R_4 şi R_5 la intrările *6* şi *13*.

Ieşirea *4* a porţii nr. 2 legată împreună cu intrarea *13* a porţii nr. 4 reprezintă borna de ieşire Q, iar ieşirea *11* a porţii nr. 4 legată împreună cu intrarea *6* a porţii nr. 2 reprezintă borna de ieşire $\bar{Q}$.

Tensiunea de alimentare V_a se conectează cu plusul la terminalul *14*, iar cu minusul la terminalul *7* (masa). O armătură a senzorului este conectată prin R_3 la $+ V_a$, iar cealaltă prin R_1 la masă. Acest mod de conectare a porţilor circuitului MMC 4011 permite obţinerea unui oscilator tip multivibrator astabil.

Pentru starea de repaus (montajul alimentat, iar senzorul neatins) schema se menţine într-o stare stabilă în timp şi în care $Q = 1$ şi $\bar{Q} = 0$, sau invers. Pentru a ne convinge de acest lucru, să urmărim modul de distribuire a tensiunilor, respectiv să vedem care este starea fiecărei porţi: Să considerăm, de pildă, că după conectarea sursei de alimentare şi fără a atinge senzorul, ieşirea Q este în starea 1, iar ieşirea $\bar{Q}$ este în 0. În această stare, intrările *1* şi *8*. se găsesc la un nivel logic 0. Tensiunea logic 1 de la terminalul *4* (Q) este aplicată direct la terminalul *13* şi prin R_4 la terminalul *9* şi C_2.

Capacitorul C_2 începe să se încarce, tinzînd către valoarea $+ V_a$, menţinînd astfel şi intrarea *9* la nivel logic *1*. Cum poarta nr. 3 are la intrarea *8* nivel 0, iar la intrarea *9* nivel 1, la ieşirea *10* vom găsi nivelul logic 1. La poarta nr. 4 vom găsi aplicat la intrarea *12* nivelul logic 1 (preluat de la ieşirea *10*), iar la intrarea *13*, tot nivel logic 1, deoarece am presupus $Q = 1$.

Cum 1 + 1 negat dă 0, rezultă că la terminalul de ieşire *11* vom găsi nivelul logic 0.

Urmărind schema în continuare observăm că la poarta nr. 1 intrarea *1* se află la nivel logic 0, iar intrarea *2* tot la nivel logic 0, deoarece terminalul *6*, respectiv *11* ($\bar{Q}$), se găsesc în 0. Ca atare, la ieşirea *3* vom găsi nivelul logic 1. De reţinut că C_1 în această stare nu este încărcat. Poarta nr. 2 primeşte, la rîndul ei, la intrarea *5* nivel 1 (de la ieşirea 3), iar la intrarea *6*, nivel logic 0 de la ieşirea *11*. În această situaţie, la ieşirea *4* (Q) vom avea nivelul 1.

Această stare a circuitului în care $Q = 1$ şi $\bar{Q} = 0$, stare confirmată de cele descrise mai înainte, este o stare stabilă a montajului şi se menţine atît timp cît montajul este alimentat.

Cealaltă stare stabilă posibilă în care $Q = 0$ şi $\bar{Q} = 1$, poate fi urmărită în acelaşi mod, situaţie în care vom constata că C_2 va fi descărcat, iar C_1 va fi încărcat.

Tensiunea nivelului logic 1 este practic egală cu tensiunea sursei de alimentare $+V_a$, iar tensiunea cu nivel logic 0, este practic nulă.

În continuare, să urmărim pe scurt modul de producere a oscilaţiilor, plecînd tot de la starea de repaus în care $Q = 1$ şi $\bar{Q} = 0$.

Prin atingerea cu degetul a celor două armături ale senzorului, prin rezistenţa pielei, tensiunea $+V_a$ este aplicată (prin R_2) simultan intrărilor *7* şi *8*, aducîndu-le la nivel logic 1.

Cum intrarea *9* a porţii nr. 3 se află tot în logic 1 (şi C_2 încărcat), rezultă că ieşirea *10* trece instantaneu în nivel logic 0. La rîndul ei poarta nr. 4 primeşte la intrarea *12* acest nivel 0, ceea ce conduce la comutarea ieşirii *11*, respectiv a ieşirii $\bar{Q}$, în logic 1.

Tensiunea de nivel 1, culeasă de la $\bar{Q}$ se transmite la intrarea *6* şi prin R_5 şi la intrarea *2* şi capacitorul C_1. Nivelul logic 1 aplicat la intrarea *6*, împreună cu nivelul logic 1 existent la intrarea *5* duce la trecerea ieşirii *4*, respectiv a ieşirii Q, în nivel logic 0. În acest mod observăm că tensiunile celor două ieşiri, au basculat. Dacă ridicăm degetul de pe senzor în acest moment, schema rămîne stabilă în această a doua stare de repaus. Dacă însă ţinem degetul în continuare, tensiunea pozitivă de la ieşirea *11* ($\bar{Q} = 1$) este aplicată prin rezistorul R_5, lui C_1. Acesta începe să se încarce şi în momentul în care tensiunea pozitivă de la bornele sale atinge pragul de declanşare a intrării *2*, ieşirea *3* a porţii nr. 1 trece în 0, deoarece pe intrarea *1* este menţinut nivelul 1 prin intermediul senzorului acţionat. Urmărind schema, rezultă că acest nivel 0, de la ieşirea *3*, se transmite intrării *5* ceea ce face ca ieşirea Q să treacă din nou în nivel logic 1. Între timp, cît s-a încărcat C_1, capacitorul C_2 s-a descărcat, trăgînd intrarea *9* în 0. Ieşirea *10* trece în 1, intrarea *12* de asemenea în 1 iar ca urmare ieşirea *11*, respectiv $\bar{Q}$ trece din nou în starea 0. În continuare, procesul se reia şi tensiunea de la ieşirea Q începe să încarce capacitorul C_2; cînd tensiunea pozitivă de la bornele sale atinge iarăşi pragul de comutare, ieşirea *10*, trece în nivel 1, care la rîndul său face ca $\bar{Q}$ să devină 1, ş.a.m.d.

Deci, bascularea are loc în momentul în care tensiunea de la bornele capacitorului C_1 sau C_2, prin încărcare, atinge pragul caracterisic nivelului 1. Încărcarea capacitorului se face în timp, tensiunea de la bornele acestuia variind de la 0 pînă la valoarea tensiunii sursei de alimentare.

Valoarea tensiunii u ce se găseşte la bornele capacitorului după scurgerea unui timp t din momentul începerii încărcării, este dată de relaţia cunoscută;

$u = V_a\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ unde; C = valoarea capacitorului exprimată în farazi; R = valoarea rezistenţei exprimată în ohmi; V_a = valoarea tensiunii de alimentare.

Din foaia de catalog a circuitului integrat MMC 4011 rezultă că tensiunea sigură de declanşare necesară a fi aplicată (drept nivel logic 1) intrării este de minimum 3,5 V.

În cazul schemei noastre, dacă lucrăm cu o tensiune de $V_a = 5$ V şi considerăm $R = 4{,}7$ MΩ, iar $C = 0{,}22$ µF şi $u = 3{,}5$ V, rezultă:

$$3{,}5 = 5\left(1 - e^{-\frac{t}{4{,}7\cdot 10^6\cdot 0{,}22\cdot 10^{-6}}}\right)$$

de aici rezultă:

$$e^{-\frac{t}{1,034}} = \frac{1,5}{5}$$

sau

$$t = 1,034 \ln \frac{5}{1,5} = 1,034 \ln 3,3 = 1,2449 \text{ secunde.}$$

Această valoare t care reprezintă timpul necesar pentru ca la bornele capacitorului să se obţină tensiunea de 3,5 V, reprezintă şi timpul de basculare a ieşirilor Q sau $\bar{Q}$ în nivel logic 1 sau 0, respectiv reprezintă durata unui impuls sau a pauzei dintre ele.

Pentru a afla frecvenţa de lucru vom considera timpul $2t$, adică un impuls de curent şi unul de pauză. În acest fel:

$$f = \frac{1}{2t} = \frac{1}{2 \times 1,2449} = 0,4016 \text{ Hz.}$$

Prin modificarea mărimilor R, C sau V_a se poate obţine frecvenţa de basculare dorită.

Tensiunea V_a maximă recomandată este de 15 V.

CINCI SCHEME CU βE 555

Circuitul integrat monolitic βE 555, fabricat de industria noastră de componente electronice active, reprezintă un aşa-zis „Standard industrial". Circuitul este perfect echivalent cu modelele similare produse de numeroase firme cum ar fi Motorola (MC 1555), Signetics (NE 555) National Semiconductor (LM 555) şi altele.

Denumirea de *„standard industrial"* dată circuitului se datoreşte faptului că el este utilizat într-o măsură foarte mare în cele mai diverse aplicaţii, în prezent fiind cunoscute aproape 200 de scheme diferite, aplicate într-un număr impresionant de aparate şi instalaţii. Circuitul este cunoscut şi sub numele de „temporizator", pentru motivul că schemele în care este folosit generează întîrzieri de timp sau oscilaţii.

Ca prezentare constructivă, circuitul este realizat în trei variante de încapsulare: βE 555 E şi βE 555 M în capsulă de plastic cu 14 terminale (To-116); βE 555 H şi βE 555 MH în capsulă metalică cu 8 terminale (To-99) şi βE 555 N şi βE 555 MN; minicapsulă de plastic cu 8 terminale (MP 48).

Urmărind schema bloc din figura 20, observăm că în componenţa circuitului βE 555 intră două comparatoare, un circuit basculant tip RS, un amplificator inversor de ieşire, două tranzistoare şi un divizor de tensiune rezistiv.

Rolul divizorului $R_1R_2R_3$ este de a asigura pragurile de tensiune pentru cele două comparatoare, respectiv 1/3 din tensiunea de alimentare pentru comparatorul de jos (0,3 V_a) şi 2/3 din tensiunea de alimentare pentru comparatorul de sus (0,66 V_a). Aceste praguri pot fi modificate şi pentru alte tensiuni prin intermediul intrării „control" (5). Cea de a doua intrare a fiecărui comparator este conectată la: terminalele *6* (prag sus) şi *2* (prag jos). Ieşirile comparatoarelor atacă intrările R şi S ale circuitului basculant bistabil. Tensiunile de ieşire de pe terminalele *3* şi *7* depind de stările circuitului basculant *RS*.

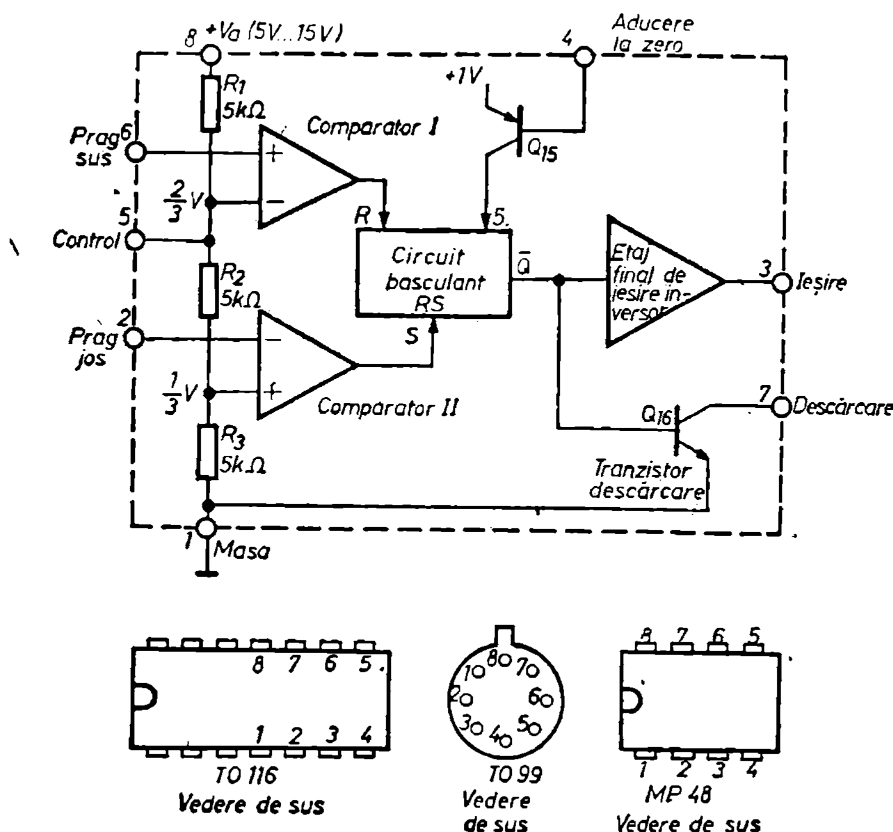


Fig. 20

Se pot evidenția următoarele situații:

a) Cînd tensiunea pe terminalulul *6* este mai mare decît $\frac{2}{3}V_a$, la intrarea *R* se aplică nivel logic 1 ($R = 1$) rezultă, $\bar{Q} = 1$, iar la ieșirea *3* va exista starea 0.

În același timp, tranzistorul *Q*16 este saturat (deschis).

Rezumînd acest caz reținem: $R = 1$, $S = 0$; $r = 0$, $\bar{Q} = 1$; ieșirea $3 = 0$. Tranzistorul *Q*16 este deschis, fiind astfel, pregătit să conducă un curent de colector.

b) Cînd tensiunea pe terminalul *2* este una mai mică decît $\frac{1}{3}V_a$, atunci $S = 1$, $\bar{Q} = 0$, $r = 0$; ieșirea $3 = 1$, iar tranzistorul *Q*16 este blocat.

Circuitul dispune și de o comandă suplimentară a circuitului basculant RS și anume aducerea la zero, scoasă la terminalul *4* și notată prescurtat cu ALO. Cînd acest terminal (*4*) este conectat la masă ($r = 1$), circuitul basculant trece în $\bar{Q} = 1$.

Cînd terminalul *4* este lăsat în aer sau este conectat la o tensiune pozitivă cuprinsă între 1 V și $+V_a$, atunci $r = 0$ și $\bar{Q} = 0$.

Situația cînd $S = 0$ simultan cu $R = 0$ este inoperantă, circuitul basculant memorînd starea avută inițial. Situația inversă, cînd $S = 1$ simultan cu $R = 1$, este întîlnită rar în practică, și conduce la trecerea circuitului basculant în $\bar{Q} = 0$.

În continuare, sînt prezentate cinci aplicații cu circuitul βE 555.

Schema 1. Etaj monostabil

În principiu, circuitul monostabil este un etaj care pentru impulsuri scurte de durate diferite, aplicate la intrare, generează la ieşire impulsuri de durată fixă bine stabilită. Durata impulsului de la intrare poate varia pînă la maximum durata impulsului de ieşire, acesta din urmă fiind determinat la rîndul lui de elementele constructive ale schemei.

Un astfel de etaj în care se foloseşte circuitul integrat βE 555 este arătat în figura 21.

După realizarea schemei şi conectarea sursei de alimentare, circuitul trece şi se menţine într-o stare stabilă, caracterizată prin $U_{ieş} = 0$. De asemenea, tensiunea la terminalele *6* şi *7* este nulă, capacitorul *C* fiind practic scurtcircuitat de tranzistorul *Q* 16, care este deblocat prin $\bar{Q} = 1$.

Impulsul sau impulsurile de declanşare se aplică la terminalul *2*. Deoarece această intrare aparţine comparatorului II, reprezentînd intrarea inversoare sau „pragul de jos" al schemei, este necesar ca impulsurile aplicate să fie negative, respectiv să coboare sub nivelul de $+\frac{1}{3}V_a$.

Apariţia saltului negativ de tensiune la intrarea *2* face ca ieşirea comparatorului *2* să treacă în 1 logic, deci $S = 1$, iar circuitul basculant să treacă în starea opusă, adică $\bar{Q} = 0$, iar *3* în logic 1.

Aceste schimbări de tensiuni în interiorul integratului fac ca şi tranzistorul de descărcare *Q* 16 să se deblocheze, ceea ce permite condensatorului *C* să se încarce prin *R* de la sursa $+V_a$, tensiunea la bornele sale crescînd exponenţial către valoarea tensiunii de alimentare. Cum terminalul *6* este conectat împreună cu *7*, se observă că la un moment dat tensiunea de încărcare a condensatorului *C* atinge valoarea de prag a comparatorului I, adică $+\frac{2}{3}V_a$,

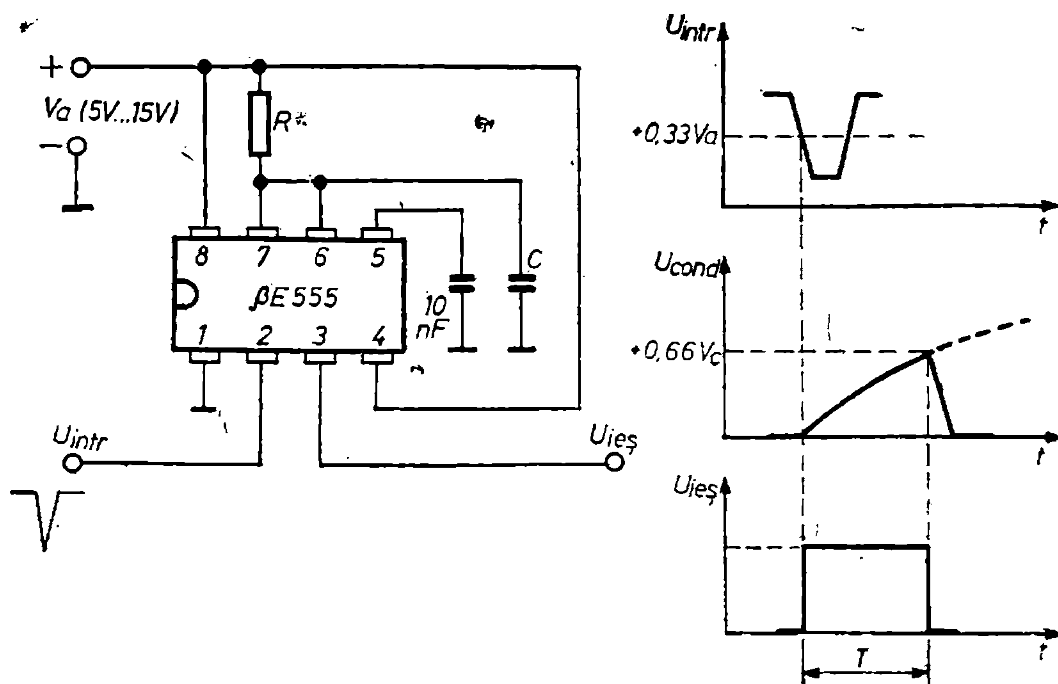


Fig. 21

respectiv + 0,66 V_a; în acest moment, ieșirea acestuia care merge la R devine 1 logic, iar circuitul basculează și $\bar{Q}$ = 1.

În același timp, tensiunea de ieșire *3* trece în zero, iar tranzistorul de descărcare Q 16, primind nivel logic 1 pe bază, permite descărcarea rapidă a capacitorului C. În momentul apariției unui nou impuls negativ pe intrarea *2*, procesul se reia, în restul timpului montajul fiind în repaus.

Durata T a impulsului pozitiv obținut la ieșirea *3* este egală cu durata de încărcare a capacitorului C de la zero la 0,66 din tensiunea de alimentare.

Relația de calcul pentru acest timp este:

$$T = 1{,}1\ RC$$

unde: T = timpul exprimat în secunde; R = valoarea rezistorului (în ohmi), C = valoarea capacitorului (în farazi).

În realizarea monostabilelor cu βE 555 trebuie să se țină seama de următoarele:

— valoarea minimă a duratei impulsurilor ce pot fi obținute la ieșire, este de 2 microsecunde:

— valoarea maximă admisă pentru rezistorul de temporizare R este de 20 MΩ, cînd se folosesc capacitoare neelectrolitice și de 500 kΩ în cazul în care se folosesc capacitoare electrolitice. Valoarea minimă admisă pentru R este de 1 kΩ.

— valoarea minimă a capacitorului de temporizare C, aprox. 50 pF.

Dacă durata impulsului de comandă este mai mare decît durata T pentru care a fost construit monostabilul, atunci ieșirea *3* mărește semnalul de comandă de la intrare (R = 1, S = 1) temporizarea rămînînd mascată sub acțiunea impulsului de la intrare. Pentru a evita asemenea situații, se recomandă folosirea unei rețele de derivare constînd dintr-un rezistor R_d montat între terminalul *2* și terminalul *8* precum și a unei diode, de ex. 1N 4148, montată cu anodul la terminalul *2* și catodul la terminalul *8*.

În același timp, impulsul de comandă se va aplica printr-un capacitor C_d, legat în serie cu intrarea *2*. Valorile acestor elemente se vor stabili ținînd seama de relația:

$$T > 5\ C_d \cdot R_d,$$

unde T = 1, 1 RC, amintit mai înainte.

În cazul cînd monostabilul realizat cu βE 555 trebuie inclus în scheme TTL, acesta poate fi încadrat atît în ceea ce privește tensiunea de comandă de la intrarea ($U_{intr.}$) cît și cea de la ieșirea ($U_{ies.}$) cu porți de tipul CDB 400E. Într-o astfel de situație, ieșirea negată a unei porți se va conecta la terminalul *2* de la βE 555, iar o intrare a altei porți se va lega la ieșirea de la terminalul *3* al lui βE 555. Alimentarea celor două circuite poate fi comună, respectiv 5 V.

Printre multiplele aplicații ale circuitului monostabil realizat cu βE 555 se numără și divizorul de frecvență ce poate avea un factor de divizare cuprins între 2 și cîteva zeci de ori.

Realizarea unei astfel de scheme se bazează pe faptul că monostabilul nu poate fi retrigherat în timpul ciclului de încărcare a condensatorului de temporizare.

Din impulsurile de comandă aplicate la intrare — care trebuie să fie foarte scurte, primul va declanșa apariția semnalului de ieșire, celelalte neavînd nici o influență asupra montajului; după terminarea ciclului de încărcare al lui C și apoi descărcarea bruscă a acestuia, respectiv după generarea duratei T,

următorul impuls, al n-lea din cele aplicate la intrare, va declanşa din nou monostabilul. În felul acesta la ieşire vom avea semnale de durată T din „n" impulsuri în „n" impulsuri aplicate la intrare. Factorul de divizare se determină în principiu din raportul dintre perioada T şi perioada de repetiţie a impulsurilor ce trebuie divizate. Astfel, dacă $T = 1{,}1$, $RC = 300$ milisecunde, iar distanţa dintre două impulsuri aplicate la intrare este de 10 ms, factorul de divizare va fi 300 10 = 30, respectiv la ieşire vom avea un impuls din 30 în 30 impulsuri aplicate la intrare.

Schema 2. Etaj astabil

O schemă foarte mult folosită şi în care circuitul integrat βE 555 şi-a dovedit din nou calităţile este oscilatorul de relaxare sau circuitul basculant astabil. Un etaj astabil generează oscilaţii dreptunghiulare de anumită lăţime a impulsului şi cu un anumit factor de umplere. Acest tip de oscilaţii generate de βE 555 se obţin prin conectarea împreună a celor două intrări *2* şi *6* ale comparatoarelor, intrări care urmăresc simultan tensiunea de pe capacitorul C (fig. 22)

La cuplarea tensiunii de alimentare, capacitorul C de temporizare începe să se încarce de la sursa $+V_a$ prin rezistoarele R_1 şi R_2. Deoarece în primul moment tensiunea la bornele lui C este nulă, şi tensiunea aplicată intrărilor *2* şi *6* este nulă; de aici rezultă că $R = 0$, $S = 1$ şi $r = 0$. Această distribuţie duce la $\bar{Q} = 0$ şi deci tranzistorul de descărcare va fi blocat şi ca atare nu va influenţa punctul de conexiune (7) dintre rezistoarele R_1 şi R_2. În acest timp, ieşirea *3* este în logic 1.

În momentul în care tensiunea de încărcare pe capacitor atinge valoarea de $+\frac{1}{3}V_a$, ieşirea S trece în 0 şi cum $R = 0$, circuitul, respectiv ieşirea $\bar{Q}$, rămîne în starea avută mai înainte, adică nu se schimbă nimic la ieşirea *3* care rămîne tot în logic 1. Continuîndu-şi încărcarea, la un moment dat tensiunea pe C ajunge la $+\frac{2}{3}V_a$, sau $0{,}66\ V_a$. În acest moment, ieşirea comparatorului *1* trece în logic 1, adică $R = 1$ şi cum S rămîne tot în 0 rezultă basculare a bistabilului, care va trece în $\bar{Q} = 1$.

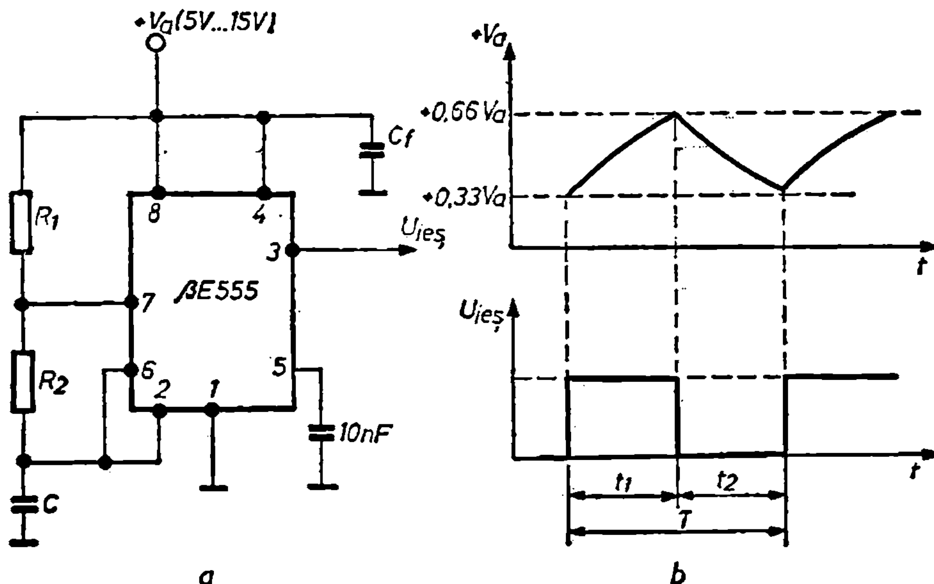


Fig. 22

Ca atare, ieşirea *3* trece în zero (fig. 22 b), iar *Q* 16 se deschide şi permite descărcarea lui *C* prin R_2 la masă. Cînd în procesul descărcării tensiunea pe *C* ajunge la $+0{,}33\ V_a$, ieşirea comparatorului *II* trece în 1($S = 1$), circuitul *RS* basculează, $\bar{Q}$ devine zero ($\bar{Q} = 0$), ieşirea *3* trece în logic 1, iar *Q*16 se blochează; urmează din nou încărcarea lui *C*, procesul reluîndu-se, la ieşirea *3* putîndu-se culege semnale dreptunghiulare avînd durata t_1 egală cu timpul necesar capacitorului să se încarce de la $+0{,}33\ V_a$ la $+0{,}66\ V_a$ cu o pauză între impulsuri t_2 egală cu timpul necesar capacitorului să se descarce de la $+0{,}66\ V_a$ la $+0{,}33\ V_a$. De reţinut deci că tensiunea la bornele lui *C* va oscila între $+0{,}33\ V_a$ şi $+0{,}66\ V_a$ şi invers, în timp ce tensiunea de la ieşirea *3* va bascula între practic zero volţi şi practic $+V_a$; de reţinut de asemeni că impulsul de tensiune există doar pe timpul încărcării capacitorului.

Evaluarea timpului t_1 se face cu ajutorul relaţiei:

$$t_1 = (R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln 2 \simeq 0{,}7\, C\, (R_1 + R_2)$$

iar a timpului t_2 cu:

$$t_2 = C \cdot R_2 \cdot \ln 2 \simeq 0{,}7\, C \cdot R_2$$

Valoarea perioadei oscilaţiei semnalului de ieşire va fi în acest caz:

$$T = t_1 + t_2 = 0{,}7\, C(R_1 + R_2) + 0{,}7\, CR_2 = 0{,}7\, (R_1 + 2R_2)C.$$

Frecvenţa de succesiune (de repetiţie) a impulsurilor de ieşire este dată de relaţia:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(R_1 + 2\, R_2)\, C \cdot \ln 2} = \frac{1{,}44}{(R_1 + 2R_2)C}.$$

Pornind de la definiţia factorului de umplere, F_u, ca fiind raportul dintre durata t_1 a impulsului propriu zis şi perioada *T*, adică:

$$F_u = \frac{t_1}{T}$$

în cazul montajului nostru obţinem valoarea:

$$F_u = \frac{C(R_1 + R_2) \ln 2}{C(R_1 + 2R_2) \ln 2} = \frac{1}{1 + \dfrac{R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{1}{1 + \dfrac{1}{1 + \dfrac{R_1}{R_2}}}.$$

Din această relaţie se observă că pentru $R_1 = 0$ factorul de umplere capătă valoarea:

$$F_u = \frac{1}{1 + \dfrac{1}{1 + 0}} = \frac{1}{1 + 1} = \frac{1}{2} = 0{,}5.$$

În practică se recomandă însă să nu se lucreze cu $R_1 = 0$, deoarece colectorul lui *Q*16 ar fi conectat direct la $+V_a$, iar curentul de colector prea mare care poate să apară, l-ar distruge. Pentru acest motiv se recomandă ca valoare minimă pentru R_1 următoarea:

$$R_{1\min.} = \frac{V_a}{1\ \text{mA}} = 1\,000\ V_a.$$

Astfel dacă tensiunea de alimentare va avea 5 V rezultă că, $R_1 = 5$ kΩ. În literatura de specialitate se pot întîlni scheme în care factorul de umplere se poate modifica în limite destul de largi şi anume între 0,05 la 0,95. Pentru aceasta, în schema astabilului din figura 22 se va introduce o diodă D_1 (de exemplu 1N 4148) între terminalul 2 şi 7 aşa fel ca anodul să fie la terminalul 7; de asemenea, se va introduce o altă diodă, D_2, în serie cu R_2 şi anume aşa fel ca anodul să fie conectat la capătul capacitorului C, iar catodul la capătul rezistorului R_2.

În acest fel se separă căile de încărcare şi descărcare ale capacitorului C şi anume încărcarea are loc prin R_1 şi D_1, calea prin R_2 şi D_2 fiind blocată de D_2 montată aşa după cum s-a indicat în sens de blocare; pentru acest motiv, timpul de încărcare al lui C între $+\frac{1}{3} V_a$ şi $+\frac{2}{3} V_a$ va fi:

$$t_1 = 0,7\,(R_1 + R_{D_1})\cdot C \simeq 0,7\,CR_1.$$

unde R_{D_1} reprezintă rezistenţa diodei D_1 în sensul de conducţie (practic se va lua $R_{D_1} = 300$ ohmi).

În momentul începerii procesului de descărcare, dioda D_1 lucrează în sens de blocare, în timp ce curentul de descărcare trece prin dioda D_2 aflată în sens de conducţie. De aici rezultă:

$$t_2 = 0,7\,R_2C, \text{ iar } T = t_1 + t_2 = 0,7\,C(R_1 + R_2).$$

Referindu-ne la factorul de umplere, aplicat în cazul acestei modificări găsim:

$$F_u = \frac{t_1}{T} = \frac{0,7\,R_1C}{0,7\,C\,(R_1 + R_2)} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

Pentru obţinerea unui montaj cu posibilităţi rapide de modificare a factorului de umplere, se poate apela la înlocuirea celor două rezistoare R_1 şi R_2 cu un potenţiometru avînd cursorul conectat la terminalul 7. Pentru filtrare se va folosi un condensator electrolitic conectat în paralel cu un condensator ceramic de 500 pF pe terminalul 8.

Frecvenţa stabilă maximă, recomandată pentru un asemenea oscilator realizat cu βE 555 este de 500 kHz, deşi practic se pot obţine şi oscilaţii de 1 MHz.

Un alt mod de a asigura tensiunea de încărcare a capacitorului constă în folosirea tensiunii ce există la terminalul 3, respectiv tensiunea de ieşire.

Se obţine astfel o schemă de oscilator de relaxare destul de simetrică şi cu un singur rezistor în circuit şi unde $t_1 = t_2 = RC \ln 2$.

Faţă de schema din figura 22a, în această variantă dispar R_1 şi R_2 şi se cuplează un rezistor R între terminalul 2 (unit cu 6) şi terminalul 3.

Terminalul 7 poate rămîne nefolosit sau poate fi conectat la $+V_a$ printr-un rezistor de circa 3 k Ω, constituind o a doua ieşire (ieşire suplimentară).

Rezistorul R astfel introdus va servi atît la încărcarea cît şi la descărcarea lui C, tensiunea de la bornele capacitorului variind între cele două valori cunoscute: $+0,33\ V_a$ şi $+0,66\ V_a$.

Cînd tensiunea la terminalul de ieşire 3 este în nivel logic 1, capacitorul C începe să se încarce prin R, iar cînd tensiunea trece în 0 logic, capacitorul se va descărca prin acelaşi rezistor.

Schema 3. Generator tip „tren de impulsuri"

Cu ajutorul a două circuite integrate βE 555, montate fiecare ca oscilator, se poate obține o schemă capabilă să genereze semnale tip „tren de impulsuri", adică oscilații de frecvență f_1 care sînt întrerupte sau emise cu o frecvență f_2 unde $f_1 \gg f_2$.

Schema de principiu a generatorului tip „tren de impulsuri" este prezentată în figura 23. Se poate observa că fiecare integrat este montat după o schemă de oscilator asemănătoare celei din figura 22, adică o schemă de oscilator de relaxare.

Circuitul integrat *I* va oscila pe o frecvență în jur de 800 Hz, frecvență ce este determinată de mărimile $R_1 - R_2 - C_1$.

Circuitul integrat *II* are o frecvență de lucru în jur de 1 Hz, determinată, de $R_3 - R_4 - C_6$.

Funcționarea oscilatorului realizat cu circuitul *I* este întreruptă în ritmul oscilațiilor montajului realizat cu circuitul *II*; Semnalul de întrerupere este asigurat prin intermediul diodei D_1. Astfel, cînd ieșirea *3* a circuitului *II* este în 0 logic, dioda D_1 se deschide și șuntează capacitorul C_1, operație prin care oscilațiile de 800 Hz se întrerup. Cînd ieșirea *3* a aceluiași circuit trece în 1 logic, atunci oscilațiile reapar și durează un timp *t* determinat de elementele oscilatorului de 1 Hz. Pentru schimbarea frecvențelor celor două oscilatoare, vom acționa fie asupra capacitoarelor de încărcare C_1 și C_6 fie asupra rezistoarelor $R_1 - R_2$ și $R_3 - R_4$, fie numai asupra unuia din elemente.

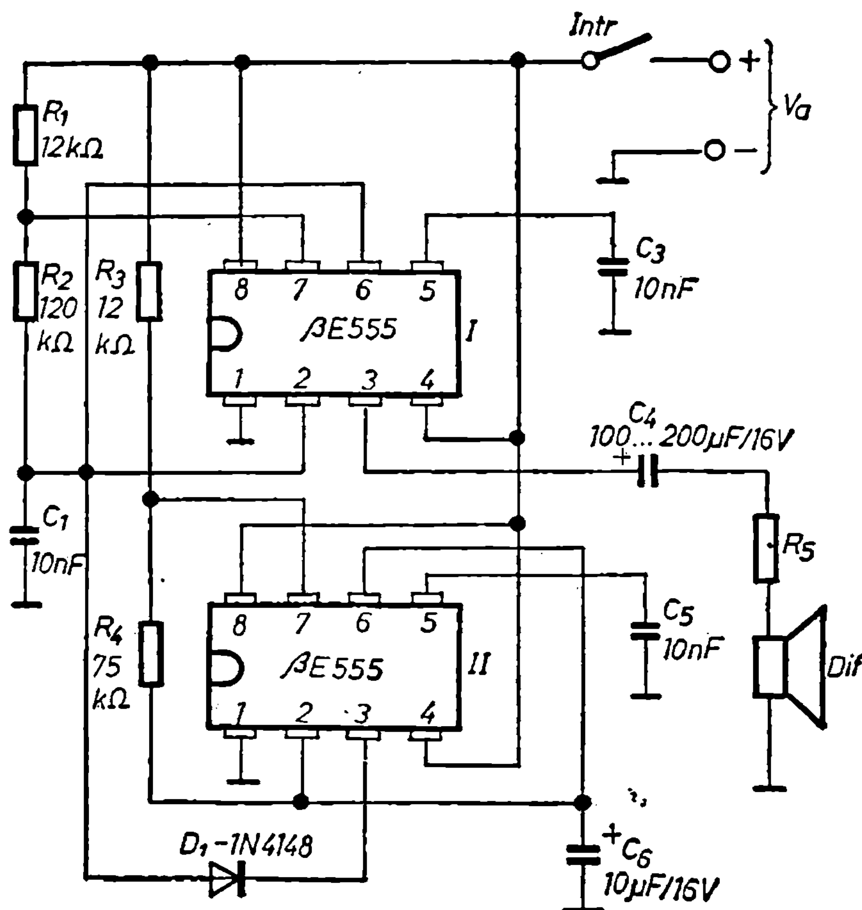


Fig. 23

Semnalul audio generat este redat de un difuzor de 75 ohmi şi o putere de 0,25 W. În cazul în care nu se dispune de un difuzor de asemenea impedanţă, atunci se va completa diferenţa de rezistenţă pînă la aproximativ 80 ohmi, folosind o rezistenţă serie notată în schemă cu R_5. Alimentarea se poate face de la o sursă de 6 V ... 15 V. Pentru conectarea acesteia, respectiv pentru punerea în funcţiune a schemei, se foloseşte întrerupătorul *Intr*.

Schema are numeroase aplicaţii, printre care se poate aminti aceea de semnalizator de avarie, avertizor la depăşirea unei mărimi etc.

Schema 4. Generator de pachete de impulsuri

Folosind un circuit temporizator βE 555 se poate obţine un montaj capabil să producă, la o comandă externă, o salvă de impulsuri care să dureze un timp limitat, chiar dacă comanda dată se menţine. Această posibilitate apare ca urmare a existenţei terminalului *4* (aducere la zero) prin care se poate comanda atît pornirea cît şi oprirea oscilaţiilor circuitului temporizator; din descrierea circuitului s-a reţinut că atunci cînd terminalul *4* se află la o tensiune sub + 0,4 V, oscilaţiile sînt blocate şi invers, cînd tensiunea aplicată depăşeşte + 1 V, la ieşirea *3* vom obţine oscilaţii.

În principiu, schema propusă (fig. 24) cuprinde un oscilator astabil, cu încărcarea capacitorului de temporizare C_1 de la terminalul de ieşire (*3*) şi un etaj de comandă realizat cu tranzistorul T_1.

Montajul poate fi alimentat de la o sursă de curent continuu avînd valori cuprinse între 5 şi 15 V.

În poziţia de repaus, contactul *Intr* este deschis, situaţie în care tranzistorul T_1 primind tensiune de polarizare pe bază prin R_5 este deschis, respectiv tensiunea existentă între colector şi masă este sub + 1 V.

Capacitorul C_3 cuplat între colectorul lui T_1 şi masă prin R_3, pentru acest moment, se află descărcat, iar la terminalul *4* nu este aplicată nici un fel de tensiune, motiv pentru care ieşirea *3* este în nivel logic zero.

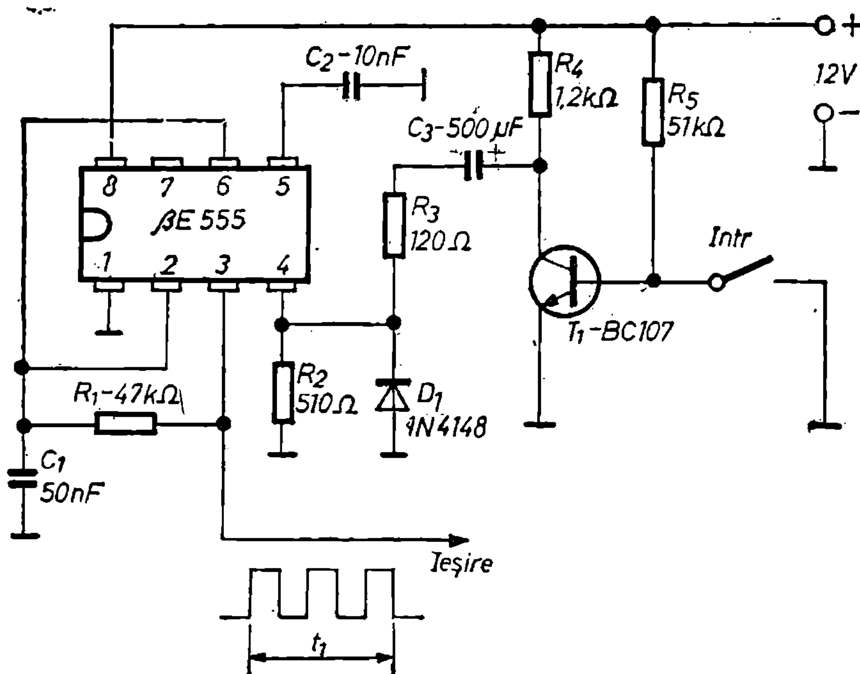


Fig. 24

La închiderea contactului *Intr* baza tranzistorului T_1 este cuplată la masă şi ca atare tranzistorul se blochează.

De data aceasta, tensiunea la colectorul său este practic de + 12 V; capacitorul C_3 începe să se încarce, curentul său de încărcare străbătînd şi rezistorul R_2.

Tensiunea ce apare la bornele lui R_2 este aplicată şi terminalului *4* de aducere la zero, condiţie suficientă pentru ca la ieşirea *3* să fie generată oscilaţia datorată componentelor $R_1 - C_1$.

Dar curentul de încărcare scade după o lege exponenţială, oscilaţiile existînd atîta timp cît tensiunea de la terminalul *4* nu a scăzut sub + 0,4 V.

În continuare, chiar dacă menţinem pe *Intr* apăsat, oscilaţiile nu vor mai apărea deoarece tensiunea la terminalul *4* este practic nulă.

La eliberarea întrerupătorului *Intr*, tranzistorul T_1 începe să conducă din nou, capacitorul C_3 descărcîndu-se prin acesta şi prin dioda D_1; rolul diodei D_1 este de a proteja intrarea *4* de tensiuni negative care apar în procesul descărcării lui C_3.

Tot rol de protecţie îl are şi rezistorul R_3, care limitează curentul de descărcare al capacitorului C_3 prin T_1. Valoarea oscilaţiei de joasă frecvenţă generată, depinde de valorile $R_1 - C_1$, frecvenţă care poate fi modificată după dorinţă. Pentru valorile date în schema din figura 24 se obţine o oscilaţie în jur de 600 Hz.

Un asemenea montaj este util în scopul efectuării unor semnalizări, ca avertizor sonor, pentru declanşarea unor instalaţii etc.

Schema 5. Dublor de tensiune

Montajul prezentat în figura 25 permite obţinerea unei tensiuni continue aproape dublă ca valoare faţă de o tensiune de alimentare primară. Astfel, pentru schema de faţă, plecînd de la o sursă de alimentare de 12 V se poate obţine o tensiune continuă sigură de 20 V.

Cum tensiunea maximă cu care poate fi alimentat circuitul integrat βE 555 este de 15 V, rezultă că tensiunea maximă obtenabilă de la un astfel de montaj are valoarea de circa 25 V.

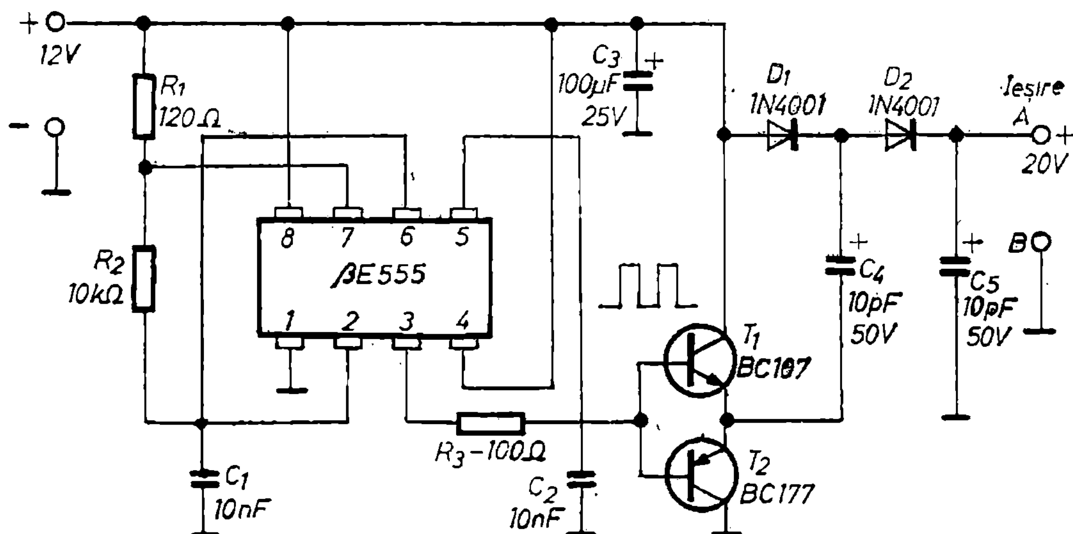


Fig. 25

Ca elemente componente, schema este constituită dintr-un oscilator astabil realizat cu circuitul integrat βE 555, care furnizează la ieşirea 3 impulsuri dreptunghiulare avînd o frecvenţă de circa 8 kHz şi amplitudine de aproape 12 V, un etaj comutator realizat cu tranzistoarele complementare T_1 şi T_2 şi un etaj redresor dublor realizat cu D_1 — D_2 — C_4 — C_5.

Impulsurile obţinute de la ieşirea *3* a circuitului integrat ajung prin intermediul rezistorului limitator R_3 la bazele celor două tranzistoare. Cînd impulsul sosit este în 0 logic, începe să conducă tranzistorul T_2 (*pnp*), deoarece potenţialul aplicat bazei sale prin R_3 este de — 12 V avînd aceeaşi polaritate care este aplicată şi colectorului. Cînd impulsul trece în 1 logic, se deschide T_1 (*npn*), deoarece potenţialul bazei este de aceeaşi polaritate cu potenţialul colectorului său.

În acest mod, oscilaţiile astabilului deschid pe rînd cele două tranzistoare, similar cu funcţionarea unui comutator mecanic.

Cînd este deschis tranzistorul T_2, atunci capacitorul C_4 se încarcă de la sursa de + 12 V, prin dioda D_1, deoarece armătura sa pozitivă primeşte plusul prin dioda D_1, iar armătura sa negativă este conectată la masă prin tranzistorul T_2.

Cînd se deschide tranzistorul T_1(T_2 se blochează), observăm că C_4 se înseriază cu sursa de alimentare prin joncţiunea colector-emitor a tranzistorului deschis. Prin dioda D_2 armătura plus a capacitorului C_4 este conectată la armătura plus a capacitorului C_5. În acest mod C_5 este forţat să se încarce cu o tensiune rezultată din înserierea sursei de 12 V, cu tensiunea existentă la bornele lui C_4 încărcat.

Deşi se încarcă la sursa de + 12 V, tensiunea la bornele lui C_4 după încărcare începe să scadă rapid, prin pierderile datorită rezistenţei de izolaţie, motiv pentru care nu se poate beneficia de exact + 12 V. O pierdere de tensiune apare apoi şi pe tranzistorul T_1 şi dioda D_2, aflate în serie pe circuit în momentul descărcării lui C_4.

În acest mod, tensiunea rezultată la bornele lui C_5 nu este 2 × 12 V = = 24 V, ci mai mică cu cîteva unităţi. De asemenea, tensiunea de ieşire nu rămîne constantă, ci scade o dată cu creşterea curentului consumat.

Pentru reuşita montajului este necesar ca C_4 şi C_5 să fie de bună calitate, în sensul că nu trebuie să aibă curenţi de fugă, ceea ce corespunde unei rezistenţe de pierdere datorită dielectricului. În acest sens, sînt recomandaţi capacitori cu tantal din seria CTS-P sau CTS-M.

SURSĂ STABILIZATĂ

Pentru efectuarea multor experienţe de laborator este necesar să avem la dispoziţie un număr mai mare de surse stabilizate. În situaţia cînd nu dispunem de asemenea alimentatoare, putem apela la o schemă extrem de simplă, capabilă să ofere tensiuni stabilizate şi reglabile în domeniul 0 — 10 V, cu un consum de curent în sarcină de maximum 10 mA.

Schema propusă se alimentează de la o sursă nestabilizată de curent continuu, sursă la care este posibil să se conecteze în derivaţie toate aceste „minialimentatoare". Schema prezentată în figura 26 se compune din două diode Zener, un potenţiometru şi un rezistor.

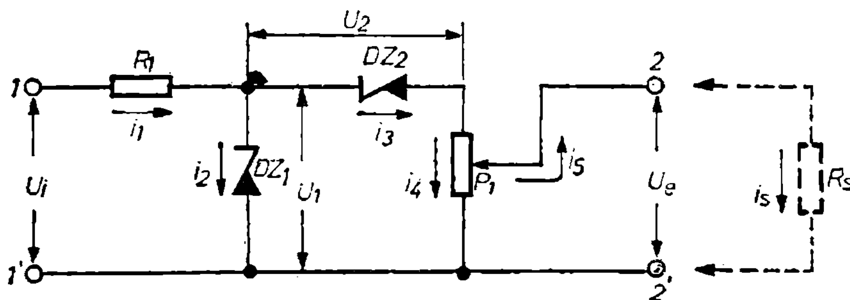


Fig. 26

Tensiunea de intrare în sursă, tensiune care se preia de la redresorul nestabilizat, este notată cu U_i, iar tensiunea stabilizată, culeasă potenţiometric la ieşire, este notată cu U_e. Valorile componentelor din schemă sînt date pentru o tensiune de ieşire reglabilă între 0 — 10 V. Pentu alte domenii, mai mici sau mai mari, este necesară schimbarea diodelor Zener şi a celorlalte componente, aplicîndu-se acelaşi mod de calcul ca cel folosit pentru schema dată. Principial, schema foloseşte diferenţa dintre două tensiuni stabilizate cu ajutorul a două diode Zener.

Valoarea tensiunii necesare la intrare este dată de relaţia: $U_i = R_1 \cdot i_1 + U_1$, unde U_1 reprezintă tensiunea de stabilizare a diodei DZ_1. Tensiunea maximă de ieşire este dată de relaţia: $U_e = U_1 - U_2$, unde U_2 reprezintă tensiunea de stabilizare a diodei DZ_2.

De reţinut deci că tensiunea de ieşire obţinută este tocmai diferenţa dintre tensiunile de lucru ale diodelor DZ_1 şi DZ_2 unde, $U_1 > U_2$. În cazul nostru am ales $U_1 = 15$ V, prin folosirea diodei PL 15 Z, iar $U_2 = 4{,}7$ V, prin folosirea diodei PL 4 V 7 Z, de unde rezultă $U_e = 15 \text{ V} - 4{,}7 \text{ V} = 10{,}3$ V.

Curentul care circulă prin dioda DZ_2 are valoarea: $i_3 = i_4 + i_s$, unde: i_4 — curentul prin potenţiometrul P_1, iar i_s — curentul prin rezistenţa de sarcină R_s.

Dacă impunem curentul prin R_s de maxim 10 mA şi tot de 10 mA curentul prin potenţiometrul P_1 rezultă că i_3 va avea o valoare de 20 mA.

Valoarea potenţiometrului este în acest caz:

$$P_1 = \frac{U_e}{i_4} = \frac{10{,}5 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 1\,050 \text{ ohmi.}$$

Practic se va lucra cu un potenţiometru de 1 kΩ/0,25 W.

Valoarea minimă a rezistenţei de sarcină va fi:

$$R_s = \frac{U_e}{i_s} = \frac{10{,}5 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 1\,050 \text{ ohmi.}$$

Pentru a determina valoarea rezistorului R_1 se pleacă de la recomandarea ca valoarea tensiunii continue nestabilizate U_i să fie de 1,6 ori mai mare decît tensiunea de lucru a diodei Zener DZ_1.

În cazul nostru, $U_i = 1{,}6\ U_{DZ_1} = 1{,}6 \times 15 \text{ V} = 24$ V. De aici rezultă că pe rezistorul R_1 trebuie să existe o cădere de tensiune de: $U_{R_1} = U_i - U_{DZ_1} = 24 \text{ V} - 15 \text{ V} = 9$ V. Valoarea rezistorului va fi atunci: $R_1 = U_{R_1}/i_1$, unde $i_1 = i_2 + i_3$, iar $i_3 = i_4 + i_s = 20$ mA.

Dacă impunem şi prin dioda DZ_1 un curent tot de $i_2 = 10$ mA rezultă:

$i_1 = 10 \text{ mA} + 20 \text{ mA} = 30 \text{ mA}$ şi $R_1 = 9 \text{ V}/30 \text{ mA} = 300$ ohmi.

Puterea disipată pe R_1 este:

$$P_d = U_{R1} \times i_1 = 9\ \text{V} \times 0{,}03\ \text{A} = 0{,}27\ \text{W}.$$

Practic se va lucra cu un rezistor de 0,5 W sau mai mare.

Pentru un filtraj suplimentar, dar mai ales pentru evitarea influenţei dintre mai multe asemenea scheme conectate la aceeaşi sursă, se recomandă introducerea unui condensator electrolitic de 100 μF/40 V la bornele de intrare 1 — 1. De asemenea, se poate conecta un condensator de filtraj şi la bornele 2 — 2.

Pentru urmărirea valorii tensiunii obţinute la bornele de ieşire 2—2 se recomandă cuplarea unui voltmetru.

Se poate recurge şi la fixarea pe axul potenţiometrului a unui disc gradat în tensiuni, dar această soluţie prezintă abateri, deoarece tensiunea de ieşire variază funcţie de valoarea sarcinii. Astfel, pentru poziţia de centru a potenţiometrului P_1 şi cu R_s = 1 000 ohmi se va culege o tensiune de 4 V, pentru R_s = 2 000 ohmi se va culege o tensiune de 4,5 V, iar pentru R_s = 3 000 ohmi o tensiune de 4,7 V.

Cînd se lucrează cu sursa, este recomandabil ca înainte de conectarea consumatorului R_s, cursorul potenţiometrului să fie adus către masă, urmînd ca stabilirea tensiunii necesare să se facă prin rotirea lentă a axului potenţiometrului.

IMPULSURI „CRESCENDO"

În schema din figura 27 este prezentat un generator de impulsuri dreptunghiulare, avînd durata crescătoare de la un impuls la altul.

Practic, în momentul în care prin manevrarea întrerupătorului *Intr* a fost cuplată sursa de alimentare E_a, generatorul intră în funcţiune, iar becul L_1

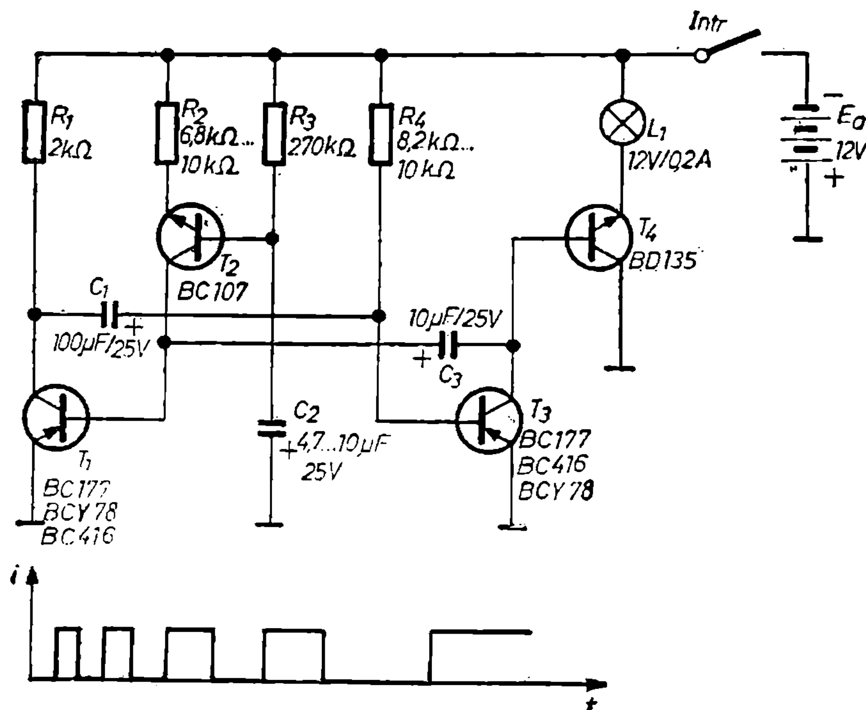


Fig. 27

începe să se aprindă şi să se stingă la început mai des, iar apoi din ce în ce mai rar, rămînînd în cele din urmă aprins permanent; pentru o nouă comandă este necesară acţionarea întrerupătorului *Intr*.

Schema reprezintă un multivibrator astabil comandat, realizat cu tranzistoarele T_1 — T_3, tranzistorul de comandă fiind T_2.

Sarcina tranzistorului T_3 o reprezintă joncţiunea BE a tranzistorului T_4.

Dacă tranzistorul T_2 nu ar exista în montaj, în locul lui fiind introdus un rezistor de aceeaşi valoare ca R_4, atunci vom constata că becul L_1 se va aprinde şi se va stinge ritmic, la intervale de timp constante. Existenţa tranzistorului T_2 montat în circuitul de polarizare al bazei lui T_1 face ca tensiunea aplicată acesteia să scadă după o constantă de timp impusă de grupul R_3C_2.

Într-adevăr, în momentul cuplării sursei de alimentare condensatorul C_2 începe să se încarce prin R_3, curentul de încărcare asigurînd deschiderea tranzistorului T_2. La rîndul său, T_2 deblocă tranzistorul T_1, în timp ce T_3 se află blocat, respectiv becul L_1 stins.

După încărcarea capacitorului C_1, intră în conducţie T_3 în timp ce T_1 se blochează, o operaţie ce tinde să se repete şi dînd naştere impulsurilor caracteristice funcţionării circuitului basculant.

Spre deosebire însă de circuitul basculant astabil clasic, unde durata impulsurilor este constantă datorită valorii constante a rezistoarelor din circuitul de bază, în cazul schemei de faţă impulsurile generate au durată variabilă, deoarece rezistorul din baza lui T_1 — care este reprezentat de rezistenţa internă a lui T_2 — se modifică de la un moment la altul prin încărcarea lui C_2.

Cînd curentul de încărcare al lui C_2 — curent care străbate şi R_3 — scade astfel încît tensiunea de la bornele rezistorului R_3 coboară sub 0,6 V, tranzistoarele T_2 şi T_1 se blochează.

Celelalte două tranzistoare, T_3 şi T_4, trec şi rămîn în conducţie, tensiunea de deschidere pentru T_3 fiind asigurată de rezistorul R_4.

În acest mod, după generarea pachetului de impulsuri „crescendo" becul L_1 rămîne în permanenţă aprins. (În cazul în care capacitorul C_2 nu este de calitate şi are o rezistenţă de scurgere mică, atunci este posibil ca becul L_1 să continue să se aprindă ritmic). Prin modificarea valorii lui C_2 sau a lui R_3 se pot obţine durate diferite ale impulsurilor generate.

Consumul de curent, pentru o tensiune de alimentare de 12 V este de 200 mA. Becul L_1 este de tip uzual şi anume 12 V/0,2 A.

Tranzistorul T_4 se va monta pe un radiator cu o suprafaţă de minim 15 cm^2.

Tensiunea de polarizare în timpul funcţionării, la baza lui T_3, este de 0,7 V, iar la baza lui T_4 de 0,75 V.

Punerea ritmică în funcţiune se poate face fie manual, fie înlocuind întrerupătorul *Intr* cu contactele unui releu, acesta fiind la rîndul său comandat cu un sistem convenabil.

Montajul poate fi folosit ca sistem de semnalizare optică, fiind eficace datorită variaţiei în timp a duratei de semnalizare. Pornind tot de la acest montaj se poate realiza şi un sistem de semnalizare acustică unde semnalele emise să aibe acelaşi caracter de crescendo. Pentru aceasta este suficient ca în locul becului L_1 să introducem un oscilator realizat cu circuit *LC* sau tip multivibrator.

TRIPLOR DE TENSIUNE

Plecînd de la o tensiune alternativă U de 50 Hz şi de mică valoare, se poate obţine, printr-un sistem de redresare, o tensiune continuă pe sarcină, care să fie mai mare de $3U$.

Schema de principiu a triplorului de tensiune este dată în figura 28. Se folosesc trei diode identice şi trei capacitoare identice. Tensiunea alternativă U ce trebuie triplată este culeasă din secundarul transformatorului *Tr. 1*. Tensiunea de ieşire redresată se culege la bornele plus-minus. Una dintre borne poate fi conectată la masă.

Vom descrie funcţionarea schemei pornind de la faptul că în secundar există pe rînd, cînd semialternanţa pozitivă, cînd cea negativă. Astfel, în momentul cînd apare semialternanţa pozitivă (+ SA), curentul circulă de la punctul b către punctul a, circuitul închizîndu-se prin dioda D_1 şi capacitorul C_1. Cum este vorba de o semialternanţă, deci de un curent care circulă în acelaşi sens, rezultă că C_1 se va încărca, tensiunea la borne fiind $u_1 = \sqrt{2}\, U$, unde U este tensiunea eficace alternativă din secundar.

Altă cale pentru această semialternanţă nu există, deoarece D_1, în conducţie, şuntează celelalte elemente. Un curent care ar tinde să treacă prin C_3 şi D_3 nu poate încărca pe C_2, deoarece ambele armături ale acestuia se află la acelaşi potenţial.

De reţinut că pentru prima alternanţă (+ SA) s-a produs încărcarea capacitorului C_1.

Cînd soseşte semialternanţa negativă (— SA), aceasta va circula de la punctul a către punctul b. Pentru acest sens, dioda D_1 se află în blocare.

De asemenea, se observă că dioda D_1 este încadrată în partea dinspre anod (A) de tensiunea semialternanţei negative, avînd minusul către anod (A), iar în partea dinspre catod (K) de tensiunea u_1 cu care este încărcat C_1. Cum prin bara de jos cele două tensiuni sînt înseriate, rezultă că între capetele diodei D_1 se va măsura o tensiune compusă din $u_1 + U$.

Această tensiune nu se poate închide prin D_1, deoarece tensiunea u_1 mută punctul de funcţionare al diodei către stînga (în blocare), iar semialternanţa U circulă în sensul de blocare al diodei. În schimb tensiunea $u_1 + U$ trece prin D_2, încărcînd capacitorul C_3 cu $u_1 + U$. Practic, tensiunea u_1 mută punctul de funcţionare al diodei D_2 către dreapta (în sens de conducţie) cu valoarea u_1. Dacă considerăm ca mai înainte că $u_1 = \sqrt{2}\, U$ rezultă că la

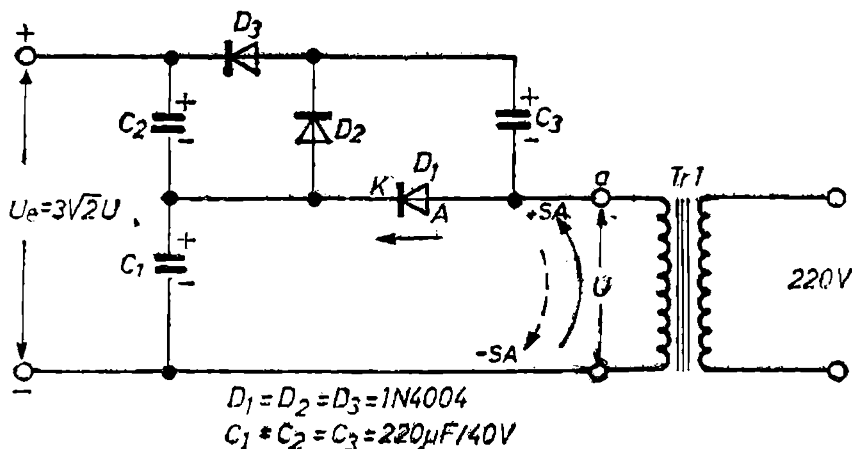


Fig. 28

bornele lui C_3 vom găsi tensiunea $2u_1 = 2\sqrt{2}\,U$. Folosind un voltmetru de c.c. vom constata că într-adevăr la bornele lui C_3 apare o tensiune continuă de valoarea indicată. La sosirea următoarei semialternanţe, care este pozitivă (+ SA), prin D_1, C_1 este din nou încărcat (cu cantitatea de electricitate cedată lui C_3), iar C_3 prin D_3 se descarcă pe C_2. După parcurgerea mai multor oscilaţii, tensiunea continuă la bornele lui C_2 ajunge la valoarea $2u_1 = 2\sqrt{2}\,U$.

Cum tensiunea continuă la bornele lui C_1 este $u_1 = \sqrt{2}\,U$ şi cum C_1 este înseriat cu C_2 rezultă că la bornele de ieşire plus-minus vom găsi tensiunea $2u_1 + u_1 = 3u_1 = 3\sqrt{2}\,U$.

Dacă la bornele de ieşire nu există consumator, tensiunea $3u_1$ se păstrează constantă, eventualele pierderi prin capacitoare nefiind observate. Cînd între bornele de ieşire se conectează un consumator avînd rezistenţa de sarcină R_s, atunci prin acesta va circula un curent preluat de la cele două capacitoare înseriate. Cînd valoarea rezistenţei de sarcină este mică, respectiv curentul solicitat de la sursă este mare, capacitoarele nu se mai pot încărca pînă la tensiunea de vîrf, ceea ce are ca efect scăderea tensiunii de la borne. Măsurători efectuate cu un asemenea montaj, avînd valorile elementelor din desen şi cu tensiunea alternativă $U = 9{,}5$ V, au dat la ieşire o tensiune continuă în gol (fără sarcină) de 40 V, rezultată din $U_e = 3\sqrt{2}\,U = 3 \times 1{,}41 \times 9{,}5 \simeq \simeq 40$ V.

La cuplarea diverselor sarcini, această tensiune se modifică în sensul celor arătate mai înainte, rezultatele obţinute fiind trecute în tabelul 1.

Tabelul 1

Valoarea rezistenţei de sarcină [ohmi]	*Valoarea curentului prin sarcină [mA]*	*Tensiunea măsurată la ieşire pe sarcină [volţi]*
560	52	29
820	38	31
1 000	32	32
1 500	22	33
2 000	17	34
3 000	12	36

Valorile de tensiune U cu care se poate lucra pot fi mult mai mari faţă de exemplul prezentat. În acest caz este necesar ca tensiunea de lucru a capacitoarelor să fie luată în concordanţă cu tensiunile redresate obţinute, iar tensiunea inversă a diodelor să aibă o valoare mai mare decît $3U$.

Schema este recomandată şi pentru obţinerea de tensiuni de ordinul sutelor de volţi, evitîndu-se astfel realizarea de transformatoare cu bobinaje secundare ce necesită măsuri deosebite contra străpungerilor.

Eliminînd din schema triplorului de tensiune dioda notată cu D_1, vom constata că se obţine un dublor de tensiune, respectiv la bornele de ieşire vom putea măsura tensiunea $2\sqrt{2}\,U$. De reţinut că în acest caz tensiunea continuă de la bornele lui C_1 este nulă, acest capacitor putînd fi şuntat.

Capitolul 4

AUTOMATE UTILITARE

TREI MINUTE O CONVORBIRE

Utilitatea unui dispozitiv care să ne atenționeze asupra duratei convorbirii telefonice este evidentă: pe de o parte permite să ne încadrăm în numărul de convorbiri alocate, iar pe de altă parte contribuie la reducerea încărcării centralelor telefonice care ne deservesc.

Contorizarea duratei unei convorbiri telefonice se face la abonatul chemător și începe din momentul în care legătura dintre aceștia s-a stabilit efectiv, adică din momentul în care abonatul chemat a ridicat microreceptorul. Se cunoaște că durata stabilită pentru o convorbire este de trei minute, depășirea celor trei minute, chiar cu cîteva secunde, duce la înregistrarea și deci la taxarea unei noi convorbiri. Rezultă că este posibil să fim taxați dublu pentru convorbiri la care avem impresia că ne-am încadrat în timp. Iată de ce utilitatea unei așa zise „teleclepsidre" este pe deplin justificată.

În prezent se folosesc mai multe tipuri de asemenea dispozitive. Ca principiu ele se împart în două mari grupe: 1) dispozitive cu avertizare sonoră și 2) dispozitive cu avertizare optică.

Cele din prima grupă folosesc ca semnal de anunțare a trecerii celor trei minute, un sunet emis de un mic difuzor, sau de o cască telefonică. Un dezavantaj al acestui procedeu este faptul că sunetul respectiv poate deranja persoanele din jur, sau în cazul unui nivel de zgomot ambiant ridicat este posibil ca el să nu fie perceput.

Cele din grupa a doua sînt construite cu semnalizare prin LED-uri, becuri, aparate de măsură etc. Deși acestea obligă pe abonat să privească spre dispozitiv, totuși, prin așezarea convenabilă a sursei, dezavantajul poate fi înlăturat.

În cele ce urmează este prezentat un asemenea dispozitiv care este destul de simplu de realizat și etalonat și care are ca sursă de avertizare un bec electric. Lumina destul de puternică pe care o dă becul folosit, permite atragerea imediată a atenției persoanei care vorbește la telefon.

Dispozitivul se prezintă ca o mică cutie cuplată la rețea și prevăzută pe panou cu două întrerupătoare și un bec.

Cînd dorim să efectuăm o convorbire, după formarea numărului și începerea apelului către abonatul chemat, apropiem degetul de butonul inscripționat *START* și în momentul în care cel chemat a răspuns, apăsăm acest buton.

După scurgerea unui timp de 2 minute și 50 scunde becul de pe panou care se va aprinde. În acest caz se impune ca în cele cîteva secunde care au rămas să încheiem convorbirea. Dacă este necesar totuși ca legătura să fie continuată, vom apăsa — imediat ce s-a aprins becul — butonul notat cu *Continuare*. În acest moment becul se va stinge, urmînd să se reaprindă, deci să ne atenționeze, după alte 2 minute și 50 secunde. Familiarizarea cu folosirea dispozitivului este rapidă, iar așezarea lui pe perete deasupra locului de amplasare a telefonului este cea mai indicată. La terminarea convorbirii este necesar

ca butonul *start* să fie din nou acționat, pentru a întrerupe astfel alimentarea dispozitivului.

Schema de principiu (fig. 29) cuprinde un bloc redresor care asigură o tensiune continuă de + 15 V și un bloc temporizator realizat pe principiul încărcării unui capacitor.

În momentul acționării întrerupătorului *START*, alimentarea de 220 V aplicată transformatorului *Tr. 1* permite obținerea la ieșirea din puntea redresoare (IPM 0,5) a unei tensiuni continue de + 15 V. Această tensiune este aplicată celor două tranzistoare precum și celorlalte componente ale schemei. În acest moment, becul L_1, care este un bec tip lanternă de 18 V/0,1 A sau de 26 V/0,1 A nu se va aprinde, deoarece tranzistorul T_2 este blocat.

Prin grupul P_1 și R_1, capacitorul C_1 începe să se încarce, tensiunea la borna lui tinzînd să crească exponențial de la valoarea zero pînă la valoarea sursei de alimentare. Tensiunea de polarizare a bazei tranzistorului T_1 este preluată prin intermediul unei diode Zener D_1, tip PL 11 Z.

Aceasta înseamnă că baza lui T_1 nu va primi curent de polarizare decît în momentul în care dioda Zener va intra în zona de conducție, care este în jur de 11 V, respectiv atunci cînd tensiunea la bornele capacitorului C_1 va atinge valoarea de 11 V. Avînd în vedere că C_1 este cuplat la tensiunea de + 15 V, prin intermediul grupului R_1P_1, rezultă că totul se petrece în timp. În cazul de față ne interesează timpul necesar acumulării de sarcini pe C_1 pînă în momentul în care se ajunge la tensiunea de 11 V. Acest timp se calculează pentru schema de față cu relația:

$$t = (R_1 + P_1)C_1 \ln \frac{1}{1 - \frac{U_z}{E_a}}$$

unde: U_z = tensiunea de lucru a diodei Zener; E_a = tensiunea de alimentare a montajului; R_1 = rezistorul din circuitul de încărcare; P_1 = potențiometrul de reglaj din circuitul de încărcare.

Relația este perfect valabilă în cazul în care capacitorul folosit este de foarte bună calitate, respectiv este un capacitor cu tantal.

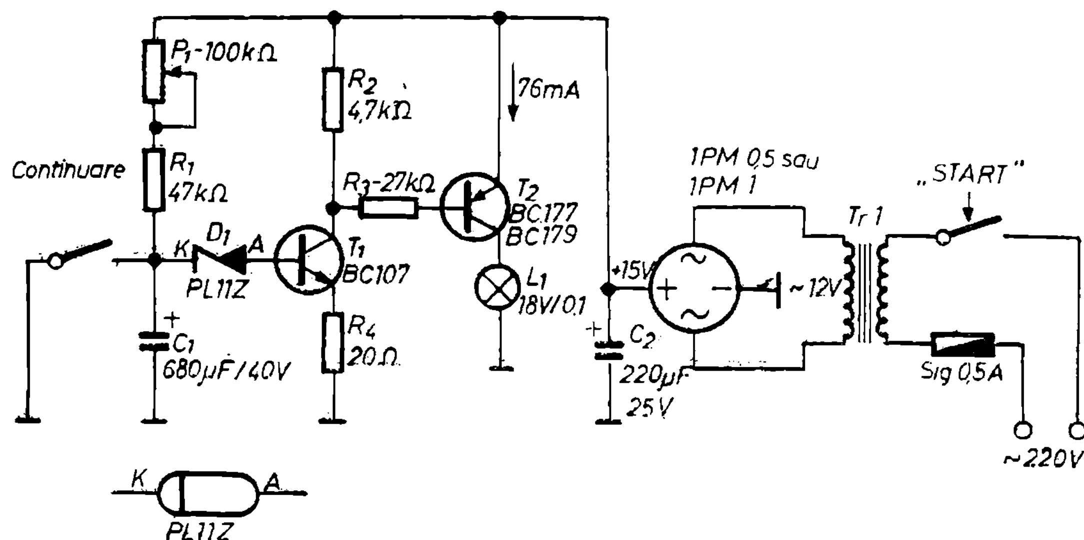


Fig. 29

În cazul celorlalte tipuri de capacitoare electrolitice (cu aluminiu) unde rezistența de pierderi, respectiv curentul de fugă nu sînt convenabile, valoarea timpului t din relația de mai înainte trebuie dublată sau chiar triplată.

Se poate, așadar, trage concluzia că în intervalul $0 - t$, tranzistorul T_1 este blocat, ceea ce înseamnă că tensiunea pe colectorul său este aproape egală cu E_a.

La rîndul său și T_2 va fi blocat, deoarece tensiunea dintre emitorul și baza sa este nulă; de aici rezultă că becul L_1 va fi stins.

După trecerea timpului t, cînd dioda D_1 intră în cotul Zener, apare curentul de polarizare prin baza lui T_1 și acesta începe să conducă, prin el trecînd un curent de 3,2 mA. Tensiunea pe colector este circa + 0,3 V, ceea ce permite ca T_2 să primească prin R_3 tensiunea de polarizare necesară pentru deblocare.

Trecînd astfel în conducție, cu un curent de colector de circa 76 mA, tranzistorul T_2 asigură aprinderea becului L_1.

Dacă nimic nu se întîmplă în circuit, becul L_1 stă aprins în permanență.

Cînd se întrerupe alimentarea din butonul START, atunci becul se va stinge.

Becul L_1 mai poate fi stins și prin scurtcircuitarea capacitorului C_1 la acționarea întrerupătorului *CONTINUARE*, care am văzut mai înainte în ce caz trebuie manevrat.

Realizarea montajului trebuie începută cu redresorul de + 15 V. Transformatorul *Tr. 1* va fi de tip sonerie, la care se va bobina un secundar capabil să asigure o tensiune alternativă de 12 V, folosind sîrmă de cupru emailat de 0,3 mm diametru.

După realizare, redresorul va fi verificat astfel: în derivație pe C_2 se cuplează becul L_1 și un voltmetru de curent continuu. Se cuplează la rețea și se acționează întrerupătorul *START*. Va trebui ca becul să se aprindă normal, iar tensiunea citită la voltmetru să fie în jurul valorii de 15 V.

În continuare se realizează restul montajului care va fi apoi verificat pe părți. Mai întîi se verifică T_2 împreună cu L_1. Pentru aceasta se deconectează R_3 de la colectorul lui T_1 și se alimentează montajul de la + 12 V. Se conectează capătul lui R_3 decuplat de la T_1, la bara de + 15 V, operație în care va trebui ca becul L_1 să nu se aprindă.

Apoi se va conecta același capăt al lui R_3 la masa montajului. De data aceasta va trebui ca L_1 să se aprindă.

În continuare se conectează R_3 înapoi la T_1 și se verifică circuitul de temporizare propriu-zis. Cu C_1 scos din circuit și cu alimentarea cuplată va trebui ca becul L_1 să lumineze.

În momentul conectării lui C_1 în schemă, va trebui ca becul să se stingă imediat și să se reaprindă după trecerea unui timp t.

Acționînd asupra întrerupătorului notat *CONTINUARE* se va urmări stingerea imediată a becului și reaprinderea lui după același timp t.

Potențiometrul P_1, cu ajutorul căruia se va face etalonarea dispozitivului, va fi fixat în interiorul cutiei spre a nu fi dereglat de cei din jur.

Pentru ușurința reglării se recomandă ca axul potențiometrului să fie prevăzut cu un mic disc cu ac indicator și pe care să fie notați timpii obținuți pentru fiecare poziție.

Pentru etalonarea dispozitivului, se alimentează montajul și se fixează potențiometrul P_1 către unul din capete.

Urmărind indicațiile secundarului unui ceas (de preferat electronic) se acționează întrerupătorul *CONTINUARE*, considerînd acest moment

ca fiind momentul zero. Se aşteaptă încărcarea lui C_1 şi în momentul în care becul s-a aprins se notează valoarea timpului scurs. Apoi se procedează la fel, însă cu potenţiometrul rotit către capătul opus. Vom constata că valoarea de timp care ne interesează se află cuprinsă între aceste două determinări.

Manevrînd P_1 din aproape în aproape se va găsi poziţia pentru care aprinderea becului are loc sub trei minute, cu un număr de secunde pe care le dorim (de preferinţă 10 s). Vom face apoi verificarea etalonării acţionînd din butonul *START*.

Se recomandă ca întrerupătorul *START* să fie de tipul celor de perete, adică un întrerupător care se foloseşte pentru aprinderea luminii în apartamente. Celălalt întrerupător va fi de tip sonerie.

Pentru o sesizare cît mai convenabilă se recomandă ca becul L_1 poate fi fixat pe panou, în focarul unei oglinzi parabolice preluată de la o lanternă de buzunar pe care nu o mai folosim.

SUPRAVEGHEREA INTRĂRILOR

Pentru a realiza o supraveghere automată a deschiderii unei uşi sau a unei ferestre, în cele ce urmează este descris un montaj electronic simplu, cu semnalizare acustică (fig. 30). În construcţia lui nu sînt folosite relee electromagnetice şi nici alte componente costisitoare, iar sistemul acustic de semnalizare intră în funcţiune imediat ce uşa sau fereastra au fost deschise şi nu se opreşte chiar dacă acestea au fost închise la loc, oprirea putîndu-se efectua numai de la un buton dispus într-un anumit loc. Sesizorul care intră în funcţiune la deschiderea uşii sau ferestrei este un simplu contact electric realizat din două plăcuţe metalice aflate faţă în faţă şi fixate de lemnărie (*m*, *n*, fig. 30).

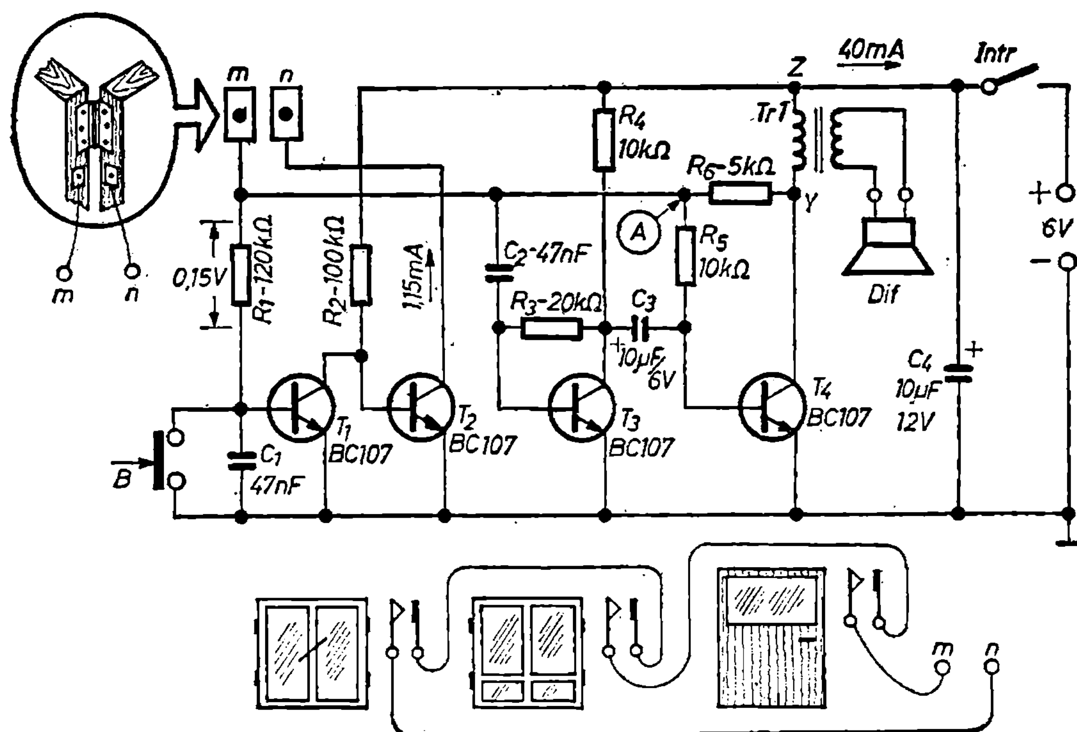


Fig. 30

Alimentarea schemei se va face de la o tensiune de 6 V, obținută de la un redresor, baterie sau acumulator, consumul de curent fiind de circa 1,8 mA pentru starea de veghe și de circa 40 mA în regim de alarmare. În schema prezentată, tranzistoarele T_1 și T_2 îndeplinesc funcția de releu electronic iar T_3 și T_4 de oscilator multivibrator.

În situația în care ușa sau fereastra este închisă, contactele $m - n$ sînt cuplate, prin aceasta asigurîndu-se alimentarea colectorului tranzistorului T_2. Urmărind schema, se observă că tranzistoarele T_1 și T_2 sînt cuplate direct între ele, curentul de polarizare fiind asigurat prin rezistorul R_1 pentru T_1 și rezistorul R_2 pentru T_2. Sarcina lui T_2 este rezistorul R_6 care este conectat prin contactele $m - n$. Prin R_6 înseriat cu R_5 se asigură polarizarea lui T_4. Oscilatorul tip multivibrator realizat cu T_3 și T_4 funcționează după schema clasică, cu precizarea că intrarea lui în funcțiune este comandată prin modificarea potențialului punctului A, situat în circuitul de polarizare a bazei lui T_4. Astfel, atunci cînd punctul A se află la un potențial apropiat de zero, multivibratorul nu funcționează, situația corespunzînd cazului cînd ușa sau fereastra supravegheată este închisă. Cînd contactele $m - n$ sînt desfăcute, ca urmare a deschiderii ușii, atunci baza lui T_4 primește polarizare prin $R_5 - R_6$, multivibratorul începînd să funcționeze. Oscilațiile produse de acesta vor fi redate de difuzorul *Dif.* de 4 ohmi/0,25 W, montat ca sarcină a multivibratorului prin intermediul unui transformator de ieșire de tipul celor folosite curent în rețeaua de radioficare, sau orice alt transformator de ieșire.

În starea de veghe, contactele $m - n$ sînt făcute, situație caracteristică pentru ușa sau fereastra închise. În această situație montajul funcționează astfel: la conectarea sursei de alimentare prin manevrarea întrerupătorului *Intr* în poziția „pornit", capacitorul C_1 începe să se încarce, conectînd astfel pentru un moment baza tranzistorului T_1 la masă, timp în care T_1 se blochează. În același timp, T_2, care primește polarizarea prin R_2 și care are colectorul cuplat prin contactele $m - n$, rezistorul R_6 și primarul lui *Tr 1* la plusul sursei de 6 V, începe să conducă prin el circulînd un curent de colector de aproximativ 1,15 mA. Dacă urmărim modul cum este distribuită tensiunea de 6 V în lanțul T_2 și R_6 și primarul *Tr. 1* se observă că cei 1,15 mA care trec prin circuit, fac ca la bornele lui R_6 să apară o tensiune de 5,75 V (5 kiloohmi × 1,15 mA), la primarul transformatorului *Tr. 1* o tensiune de 0,1 volți, iar pe tranzistorul T_2 o tensiune de 0,15 V.

Ca atare, punctul A se va afla cuplat, prin contactele $m - n$ la un potențial de + 0,15 V, care este potențialul colectorului lui T_2, respectiv la un potențial apropiat de potențialul masei.

În această situație, baza lui T_4 se poate considera ca aflîndu-se la potențialul zero (0,15 V), nu permite deschiderea tranzistorului și ca atare T_4 va fi blocat, respectiv multivibratorul nu va funcționa. În starea de veghe, schema consumă un curent de 1,8 mA din care 1,15 mA prin T_2 și 0,65 mA prin T_3.

În momentul în care ușa sau fereastra este deschisă, contactele $m - n$ se desfac, iar schema trece în starea de alarmare. Prin desfacerea contactelor $m - n$ tranzistorul T_2 rămîne cu colectorul în aer, respectiv acesta nu mai este alimentat. În punctul A potențialul de blocare (+ 1,15 V) dispare și tranzistorul T_4 începe să conducă; de data aceasta, multivibratorul începe să oscileze și difuzorul va emite semnalul de alarmare cu o frecvență în jur de 1 000 Hz. Totodată, tranzistorul T_1 primește prin R_1 tensiunea de polarizare necesară, iar prin rezistorul R_2 tensiunea de colector.

În aceste condiții, T_1 începe să conducă. Tensiunea ce apare acum la colector este foarte mică și este transmisă și bazei lui T_2 ca tensiune de

blocare a acestuia. Dacă în această situaţie (cu schema în poziţie de alarmare) contactul *m* — *n* este restabilit prin închiderea la loc a uşii, multivibratorul nu se va opri, ci va continua să funcţioneze, transmiţînd semnalul de alarmă. Realizarea schemei în aşa fel ca semnalul de alarmă să se menţină chiar după închiderea uşii este o condiţie necesară, deoarece se urmăreşte ca acest semnal de avertizare să existe pînă în momentul luării la cunoştinţă de către cel ce trebuie avertizat. Funcţionarea multivibratorului şi după închiderea contactelor *m* — *n* se datoreşte faptului că punctul *A* conectat din nou la colectorul lui T_2, îl va găsi pe acesta blocat, datorită potenţialului scăzut aplicat bazei.

Aducerea schemei din nou în starea de veghe, respectiv oprirea alarmei, se face prin simpla apăsare a butonului tip sonerie, notat în schema de principiu cu *B*, sau prin închiderea şi deschiderea imediată a întrerupătorului *Intr.* În cazul în care uşa rămîne deschisă, dispozitivul nu va putea fi oprit decît din întrerupătorul *Intr.* Pentru obţinerea unei anumite tonalităţi dată de multivibrator se va modifica valoarea capacitoarelor C_2 şi C_3. În situaţiile în care este suficient un semnal de intensitate mică, se poate folosi în locul difuzorului o cască telefonică de 60 ... 120 ohmi şi care va trebui să fie cuplată în locul transformatorului *Tr. 1*, adică între punctele *x* — *y* din schemă.

Montajul va fi realizat pe o plăcuţă simplă sau cu cablaj imprimat şi va fi introdus într-o cutie confecţionată din material plastic sau tablă. Cutia, care va cuprinde şi sursa de alimentare, se va fixa cît mai aproape de uşa sau fereastra supravegheată, aşa fel ca lungimea firului ce leagă contactele *m*—*n* să nu depăşească doi metri. Un mare avantaj al acestei scheme este acela că folosind un singur dispozitiv pot fi supravegheate simultan cîteva ferestre şi o uşă. Pentru aceasta este necesar ca toate contactele să fie înseriate, aşa după cum se arată în figura 30, procedeu ce permite intrarea alarmei în funcţiune chiar numai la deschiderea uneia din ferestre sau numai a uşii.

Fiind destul de simplu, montajul nu are nevoie de reglaje speciale. Înainte de fixarea lui în locul dorit, este recomandat să fie încercat pe masa de lucru. Mai întîi vom încerca multivibratorul realizat cu T_3 şi T_4. Pentru aceasta se deconectează firul ce uneşte punctul *A* cu punctul *m*, după care se cuplează sursa de alimentare. În acest moment, în difuzor va trebui să se audă semnalul de alarmă. Cu această ocazie se pot regla şi capacitoarele C_2 — C_3 pentru a obţine un semnal cît mai eficace. Dacă se constată funcţionarea normală a multivibratorului, se întrerupe alimentarea, după care vom reface legătura *A* — *m*. În continuare se unesc punctele *m* — *n* şi se cuplează din nou sursa de alimentare. Cu ajutorul unui voltmetru de curent continuu vom măsura tensiunea existentă între colectorul şi emitorul tranzistorului T_2, iar cu ajutorul unui miliampermetru vom măsura curentul de colector, urmărind ca valoarea acestora să corespundă cu cele indicate în schema de principiu. În poziţia în care contactele *m* — *n* sînt unite în difuzor nu trebuie să se audă nici un sunet. Desfăcînd legătura *m* — *n* va trebui ca multivibratorul să intre imediat în funcţiune. După apariţia semnalului de alarmare se unesc din nou punctele *m* — *n* şi se va observa dacă montajul continuă să funcţioneze. Vom apăsa apoi butonul *B* pentru a constata oprirea funcţionării schemei. În continuare vom măsura curentul consumat de dispozitiv, atît pentru starea de repaus, cît şi în funcţiune.

După ce ne-am convins de buna funcţionare a celor realizate, se poate trece la montarea dispozitivului în locul stabilit.

Legătura dintre dispozitiv şi contactele *m*—*n* se va face cu sîrmă de cupru izolată în vinilin, punctele de contact fiind lipite cu cositor. Contactele

m — n se vor confecţiona din tablă de alamă sau tablă de fier cositorită şi vor avea forma unor mici dreptunghiuri de 10 × 20 mm. Pe mijocul uneia din plăcuţe, folosind un dorn, se va practica o proeminenţă de forma unui vîrf sau a unei semisfere.

La colţuri, cu ajutorul unui spiral de 2 mm, se vor efectua patru găuri care vor folosi pentru trecerea cuielor de fixare.

Cînd nivelul sonor debitat de schema prezentată nu este suficient de mare pentru locul unde ne propunem să folosim dispozitivul, se recomandă folosirea unui amplificator audio de circa 5 W şi care va fi atacat de semnalul produs de multivibrator. În acest scop, transformatorul de ieşire va fi înlocuit cu un rezistor de 1 000 Ω/0,25 W cuplat între punctele *z* — *y*. În punctul *y* se va conecta un capacitor de 0,1 μF/100 V, prin care se va asigura ieşirea semnalului către amplificator. Avînd în vedere că acest amplificator va trebui să stea în permanenţă în funcţiune, se recomandă ca etajul său final să fie construit după o schemă cu etaj final în contratimp, asigurîndu-se astfel un curent de repaus cît mai mic. Difuzorul, care se va monta ca sarcină a amplificatorului, poate fi instalat la o distanţă de cîţiva zeci de metri faţă de acesta.

AVERTIZOR

Pe timpul unei călătorii cu trenul, putem scăpa de grija valizei proprii — în ideea că ar putea fi luată din eroare de alt călător —, folosind un dispozitiv avertizor destul de simplu şi eficace.

Avertizorul se montează în interiorul valizei, împreună cu sursa de alimentare, şi în „poziţia de aşteptare" nu consumă energie electrică. Cînd valiza este luată de la locul ei, un întrerupător „agăţat" prin intermediul unei sfori, de o bară a suportului de bagaje, este acţionat. În acest moment, schema primeşte alimentare, iar casca telefonică ce constitue elementul electroacustic al avertizorului, produce un sunet care va atenţiona pe posesorul valizei.

Pentru a întrerupe alarma va trebui să deschidem valiza, să comutăm manual întrerupătorul în poziţia iniţială (de repaus) şi să „reînarmăm" dispozitivul cu o nouă sfoară, care poate fi pregătită dinainte ca rezervă. Avertizorul propriu-zis (fig. 31) constă dintr-un oscilator tip multivibrator care debitează pe o cască *CT* de mică impedanţă, un întrerupător *Intr* şi o sursă de alimentare *E* , care poate avea o valoare cuprinsă între 1,5 V şi 3 V. Schema este prezentată în poziţia de aşteptare, situaţie în care sursa de alimentare nu este cuplată.

Pentru a realiza acţionarea întrerupătorului *Intr* cu ajutorul unei sfori, va fi necesar să confecţionăm un mecanism, ca în fig. 31b. Partea mobilă a întrerupătorului este o piesă în formă de T, iar partea fixă este o construcţie de formă pătrată. Piesa în T, se deplasează în interiorul părţii fixe întocmai ca un sertar. Contactul se realizează prin scurtcircuitarea a două terminale aflate pe partea fixă, de către o suprafaţă metalică aflată pe partea mobilă. Acest model de întrerupător se va realiza dintr-o placă de textolit, ebonită sau material plastic, avînd o grosime de circa 3 mm. Piesa (1) în formă de T va avea lungimea braţului mare de 45 mm, iar a braţului mic de 30 mm. Lăţimea ambelor braţe va fi de 8 mm. Pentru fixarea sforii de capătul care va fi acţionat, se practică un orificiu (6) cu diametrul de 3 mm. Partea fixă, ce se va confecţiona din acelaşi material ca şi partea mobilă în T, se compune din patru subansamble şi anume două plăcuţe de formă pătrată *(2)*, avînd dimen-

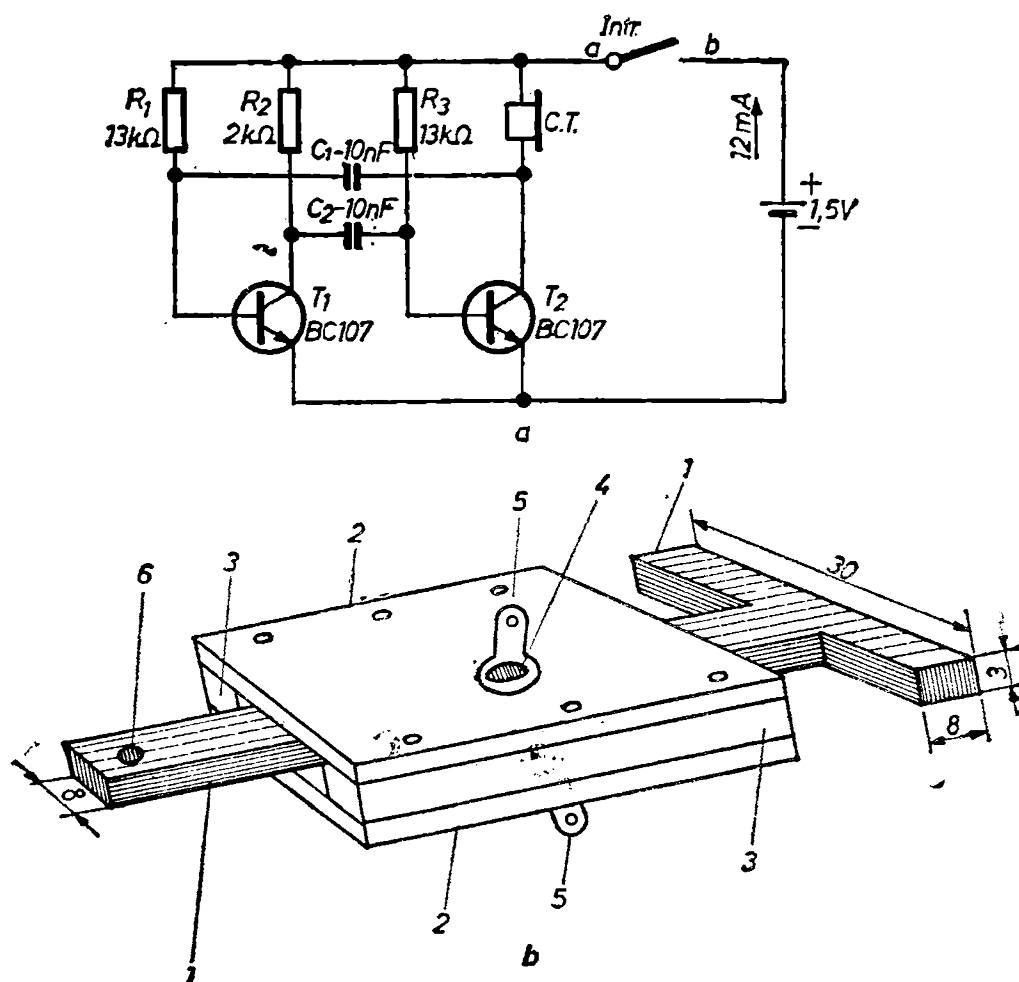


Fig. 31

siunea de 30 × 30 mm, și două plăcuțe de formă dreptunghiulară *(3)*, avînd dimensiunea de 30 × 10 mm.

În centrul fiecărei plăcuțe *(2)* se va fixa cîte un nit *(4)* de cupru, împreună cu cîte un papuc *(5)*. Înălțimea nitului, în partea care va face contact, va fi de cîteva zecimi de milimetru. Pe latura mare a părții mobile, la 16 mm de partea de sus, se va fixa un inel din tablă. Pentru aceasta, dintr-o tablă de alamă de circa 0,2 mm grosime se va tăia un dreptunghi de 6 × 22 mm. Pentru consolidarea inelului de partea mobilă, aceasta se va îngropa în material prin efectuarea unui mic locaș avînd lățimea inelului de tablă. Îmbinarea capetelor plăcuței ce conține inelul se va face prin lipire cu cositor. Piesele *(2)* se fixează cu piesele *(3)* prin intermediul unor nituri sau șuruburi M3 cu piuiță. Dacă piesele *(3)* trebuie mărite ca grosime — pentru a permite o deplasare ușoară a părții în *T* — atunci vom introduce mici plăcuțe confecționate din carton, celuloid sau orice alt material cu grosimea de 0,1 ... 0,2 mm.

Punctele *a* — *b* din schema de principiu sînt reprezentate de piesele de conexiune *(5)*. Poziția de repaus a întrerupătorului astfel confecționat se obține cînd latura mică a piesei în formă de *T* se află depărtată față de partea fixă.

Cînd se trage de sfoara introdusă în orificiul *(6)*, piesa *(1)* glisează pînă cînd latura sa mică se va sprijini de piesele *(2)* situație cînd se stabilește și contactul între niturile *(4)* prin intermediul inelului de care am amintit mai înainte. Întrerupătorul astfel confecționat, împreună cu sursa de alimentare și oscilatorul, se vor fixa într-o cutie confecționată din tablă sau placaj, cutie ce va fi fixată la rîndul ei în interiorul valizei pe unul din pereții laterali.

Sfoara legată cu un capăt de piesa mobilă, va ieși din valiză printr-un orificiu de max. 3 mm diametru, orificiu ce poate fi consolidat printr-o capsă metalică. Capătul de sfoară ce iese din valiză se va lega de un element solid din jurul valizei, fără a atrage atenția. În acest scop se poate folosi un belciug asemănător celor de la portchei, sau chiar o bucată de sîrmă care se va modela după piesa de ancorare. Alimentarea avertizorului se poate face de la o singură baterie de 1,5 V (R20) sau, cînd se urmărește un nivel acustic de avertizare mai puternic atunci, se vor folosi două baterii de 1,5 V legate în serie.

În cazul alimentării cu 1,5 V consumul de curent al montajului este de max. 12 mA.

STROBOSCOP CU LED

Printre măsurătorile și verificările instalației de aprindere a autovehiculelor o mare importanță o are și controlul avansului fix la declanșarea scînteii electrice față de punctul mort superior (PMS).

Acest avans fix este specific fiecărui tip de motor, valoarea lui exprimîndu-se în grade RAC. Astfel, la *Dacia 1300* avansul inițial la aprindere are valoarea de 0° ± 1°, la *Skoda 100 S* are valoarea de 6°, la *Fiat 125* valoarea de 10° la *Oltcit Club* de 10°, la *Lada 1200* de 6° ± 1°, *Lada 1500* de 10° etc.

Locul marcajului pe motor a avansului fix diferă de la un tip de autoturism la altul, în principiu el fiind amplasat fie pe fulia fixată pe arborele cotit, fie pe discul volant.

Acest punct de marcaj este corelat cu poziția pistonului din cilindrul nr. 1 și constă în existența unei crestături aflată pe piesa în mișcare (semn mobil) și a unui reper aflat pe blocul motor sau pe carcasa ambreiajului (semn fix.)

Practic, în momentul în care cele două semne se află față în față, în cilindrul nr. 1 trebuie să apară scînteia electrică de aprindere. Operația de verificare și reglare a acestei coincidențe se poate face static sau dinamic.

Pentru verificare, respectiv pentru reglajul static, se pot folosi mai multe metode. Una dintre ele constă în folosirea unui bec de 12 V/5 W care se va conecta între capacitor (sau ruptor) și masă. Se pune contactul aprinderii (fără a porni motorul) și se rotește ușor (cu manivela) arborele cotit.

Momentul aprinderii becului de control, trebuie să corespundă cu poziția față în față a semnului mobil cu semnul fix. Pentru ușurința manevrei se recomandă ca bujiile să fie scoase.

În cazul în care nu există această coincidență, pentru efectuarea reglajului se va proceda în felul următor:

a) folosind manivela se aduc cele două semne (fix și mobil) unul în fața celuilalt;

b) se slăbește piulița de fixare a corpului ruptor-distribuitorului, se pune contactul aprinderii și se rotește ușor corpul ruptor-distribuitorului pînă cînd becul se aprinde.

c) se strînge la loc piulița de fixare a corpului ruptor-distribuitor.

Față de reglajul static, reglajul dinamic este mai corect deoarece prin acesta se iau în considerare și jocurile funcționale ale pieselor mecanice care formează mecanismul de aprindere.

Această operație se face cu ajutorul metodei stroboscopice, cu motorul în funcțiune, la ralanti, și cu furtunul dispozitivului (capsulei) vacuumatic scos.

Stroboscopul este un dispozitiv care permite observarea unor obiecte aflate într-o mișcare periodică așa fel încît acestea par a fi în repaus sau într-o mișcare foarte lentă.

Să amintim, pe scurt, principiul de funcționare al stroboscopului: să presupunem că avem un disc vopsit în negru și care are marcată pe una din suprafețe, asemănător unei raze, o dungă de culoare albă. Fixăm discul la axul unui motor electric, iar în fața lui instalăm o sursă de lumină, cu posibilitatea de a o stinge și aprinde cu o frecvență reglabilă la dorință. Dacă în încăperea în care se află această instalație este semiîntuneric și dacă punem în funcțiune simultan motorul și sursa de lumină, privind discul și reglînd frecvența de aprindere a sursei luminoase vom observa, la un moment dat, că dunga vopsită în alb dă impresia că stă pe loc.

Mărind frecvența de aprindere a sursei luminoase, vom constata că dunga albă se deplasează lent spre stînga, iar dacă frecvența de aprindere este micșorată, dunga albă lasă impresia că se deplasează lent spre dreapta.

Frecvența de aprindere a becului pentru care dunga albă dă impresia că stă pe loc, corespunde cu numărul de rotații pe secundă a discului, respectiv a motorului.

Explicația acestui fenomen este simplă: cînd poziția în care se află dunga colorată la un moment dat coincide cu aprinderea becului, atunci la iluminarea acesteia succesiv, o vom găsi în aceeași poziție, ceea ce dă imprsa că stă pe loc. Pe baza acestui principiu s-au realizat așa-numitele *stroboscoape*, folosite pentru determinarea vitezei de rotație a diferite instalații.

Acest principiu este aplicat și în cazul stroboscopului pentru controlul avansului la motoarele cu ardere internă, cu observația că declanșarea aprinderii sursei luminoase se face de către impulsul cules din circuitul de alimentare al unei bujii. Aici rolul discului rotitor îl are fulia sau discul volant al autoturismului, care are marcat pe el, cu vopsea, zona corespunzătoare reglajului, iar drept sursă luminoasă este folosit un tub cu descărcare în gaze sau un LED comandat de impulsul care se aplică bujiei nr. 1.

În cazul autoturismului *Dacia 1300*, pe discul volant există o zonă de formă dreptunghiulară vopsită în alb și avînd în mijloc un șanț nevopsit. Această zonă este vizibilă printr-o fereastră aflată în carcasa ambreiajului. Deasupra acestei ferestre se află semnalul fix care constă dintr-o proeminență sub forma unei mici linii. Reglajul va fi corect atunci cînd șanțul nevopsit se află în linie cu proeminența de pe carcasa ambreiajului. Stroboscoapele folosite în prezent în atelierele de reparații auto sînt construite cu tuburi cu descărcări în gaze de tipul celor folosite în blitz-urile foto. Schemele folosite de mulți constructori amatori conțin tubul cu descărcare în gaze tip IFK-120 (URSS).

În cazul cînd nu dispunem de un asemenea tub, sursa luminoasă poate fi realizată cu LED-uri. Schema dată în figura 82 este realizată în întregime cu materiale ușor de procurat și nu ridică probleme de reglaj. În principiu, schema reprezintă un amplificator, alimentat de la acumulatorul autoturismului supus verificării, avînd drept sarcină un număr de 2 ... 3 LED-uri, de culoare galbenă, portocalie sau verde, conectate în paralel.

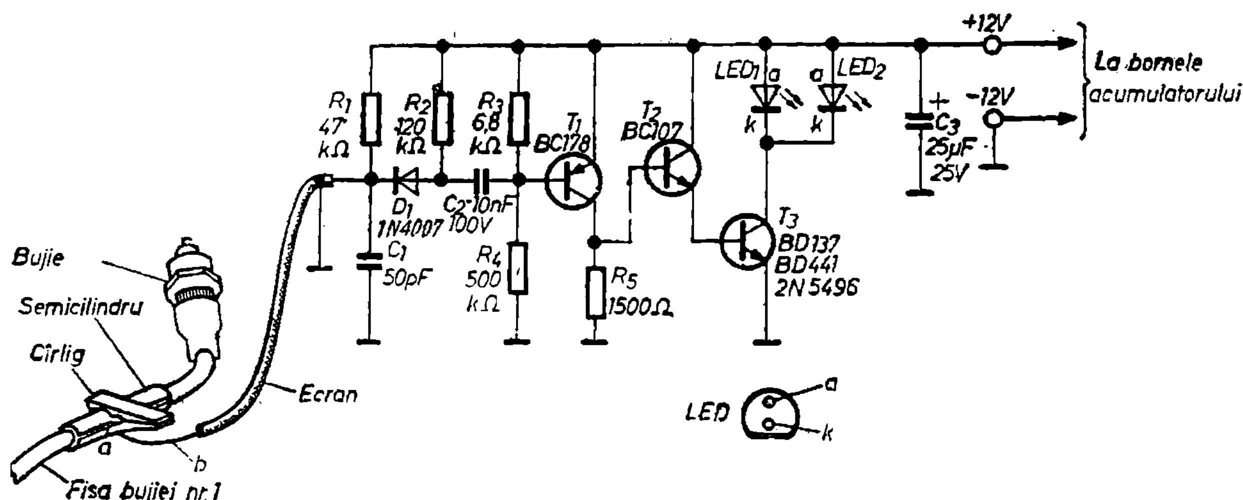


Fig. 32

Semnalul de declanşare a dispozitivului se culege capacitiv de la fişa de înaltă tensiune care transmite scînteia la cilindrul nr. 1. În stare de repaus şi avînd tensiunea de alimentare conectată schema nu consumă energie electrică, toate tranzistoarele fiind practic blocate.

În momentul în care motorul este pornit, culese capacitiv prin armătura *a*, impulsurile de înaltă tensiune ce formează scînteia electrică ajung la dioda D_1 precum şi la R_1 şi C_1. Mai departe, prin diodă vor trece numai impulsurile negative care prin C_2 ajung la baza tranzistorului T_1 deblocîndu-l pentru o scurtă perioadă de timp. Curentul de colector care circulă prin T_1 constituie curentul de bază al tranzistorului T_2, care de asemenea se va debloca; acelaşi lucru şi pentru T_3, tranzistorul final, care şi el va fi deschis pentru aceeaşi perioadă de timp pentru care s-a deschis şi T_1.

În timpul scurt în care T_3 este deschis, diodele LED sînt supuse unei tensiuni de circa 12 V, impulsul de curent prin ele atingînd aproape 1 A (cînd T_3 este BD 441 sau 2N5496). Rezistorul R_1 şi capacitorul C_1 au rol de filtru, iar R_2 serveşte pentru descărcarea lui C_2. Tranzistoarele trebuie să aibă un factor β în jur de 100. În ceea ce priveşte tranzistorul T_3, este de dorit ca el să fie dintre tipurile ce au curentul de colector cît mai mare, de exemplu în cazul de faţă 2N 5496, situaţie în care pot fi montate trei LED-uri în paralel. Stroboscopul funcţionează bine şi cu T_3 de tip BD-137 (BD-139), situaţie cînd se recomandă folosirea cel mult a două LED-uri conectate în paralel. Tranzistorul final nu are nevoie de radiator.

Pentru a obţine o concentrare cît mai mare a luminii emise de LED-uri se recomandă ca acestea să fie montate în focarul unei oglinzi parabolice de tipul celor folosite la lanternele de buzunar. În acest sens, se recomandă ca întregul montaj să fie introdus în interiorul unei lanterne ce foloseşte baterii plate de 4,5 V (tip 3 R 12 P). Legătura cu fişa bujiei nr. 1 se va face prin intermediul unui fir ecranat lung de circa 0,8 m. În cazul cînd acest fir nu este ecranat, stroboscopul va fi declanşat şi de scînteile care apar la celelalte bujii, funcţionare ce nu permite un reglaj corect.

Capătul dinspre fişa de înaltă tensiune a acestui fir va fi prevăzut cu armătura *a*, care asigură preluarea capacitivă a semnalului de declanşare. Această armătură va consta din doi semicilindri confecţionaţi din tablă de

alamă sau tablă de fier cositorită groasă de circa 0,5 mm şi avînd lungimea de 50 mm.

Raza fiecărui semicilindru va fi de 4 ... 5 mm, funcţie de diametrul fişei.

Fiecare semicilindru astfel realizat va fi nituit pe cîte un braţ al unui cîrlig de rufe din plastic. Semicilindrii vor fi legaţi din punct de vedere electric între ei, printr-un conductor multifilar iar la acesta va fi cositorit capătul firului *b* ce merge la strobocop. În acest capăt blindjul va fi matisat şi va fi distanţat faţă de cîrlig cu circa 15 mm, nefiind legat electric la nici un element. Capătul celălalt al blindajului va fi, de asemenea, matisat şi va fi conectat electric la borna minus a montajului.

În momentul aşezării celor doi semicilindri pe fişa bujiei, folosind cîrligul de prindere, aceştia vor trebui să îmbrace cît mai strîns conductorul respectiv.

Alimentarea montajului se va face de la acumulatorul autoturismului testat, folosindu-se doi conductori liţaţi izolaţi în plastic şi avînd fiecare o lungime de circa 1,5 m.

Capetele acestor conductori, care trebuie să fie conectaţi la bornele acumulatorului, vor fi prevăzute cu crocodili de prindere. În cazul fixării montajului în interiorul unei lanterne, forma şi dimensiunile plăcuţei cu cablaj imprimat se vor stabili funcţie de dimensiunile acesteia.

Stroboscopul astfel realizat se foloseşte în felul următor:

1. Se va şterge de praf (noroi etc.) zona unde se află semnul de pe carcasa motorului şi se face cît mai vizibil semnul de pe volant. Pentru aceasta, se va roti lent arborele motor, cu ajutorul manivelei, pînă în momentul apariţiei semnului (o dungă vopsită în alb) în dreptul ferestrei din carcasă.

2. Se scoate conducta din material plastic de la capsula vacuumatică.

3. Se cuplează cei doi semicilindri de culegere capacitivă a semnalului de declanşare pe fişa bujiei nr. 1 (La *Dacia 1300,* bujia nr. 1 este prima din dreapta, privind motorul spre partea de fixare a bujiilor.)

4. Se conectează cablul de alimentare a stroboscopului la bornele + şi — ale acumulatorului autovehiculului.

5. Se porneşte motorul şi se lasă să funcţioneze la ralanti, care trebuie să aibe o turaţie de 750—800 rotaţii pe minut.

6. Se apropie oglinda parabolică, din care este emisă ritmic lumina LED-urilor, la cîţiva centimetri de fereastra prin care se priveşte semnul de pe volant.

7. Se urmăreşte dacă dunga vopsită de pe volant apare la fiecare aprindere a LED-urilor î n dreptul semnului de pe carcasă, respectiv se urmăreşte alinierea acestor repere.

Dacă există această corespondenţă, rezultă că avansul aprinderii este corect reglat.

Dacă semnul de pe volant apare în stînga sau în dreapta semnului fix de pe carcasă, atunci avansul trebuie reglat.

Pentru această operaţie, se va slăbi şurubul scoabei de fixare a corpului ruptor-distribuitorului şi se va roti acesta foarte lent într-un sens sau celălalt pînă cînd se obţine alinierea reperelor. După această operaţie, şurubul de fixare a ruptor-distribuitorului se va strînge la loc, în final efectuîndu-se o nouă verificare a alinierii. Pentru ca această operaţie să se desfăşoare mai repede este nevoie de ajutorul unei a doua persoane. Avînd în vedere că lumina emisă de LED-urile stroboscopului este relativ slabă, operaţia de verificare se recomandă a fi făcută într-un garaj sau pe timpul serii.

Pe timpul folosirii stroboscopului va trebui să urmărim ca firele de conexiune ale acestuia să fie cît mai depărtate de organele în mişcare ale motorului (ventilator, alternator etc.), spre a fi evitate eventualele accidentări. Păstrarea stroboscopului se va face într-o cutie de carton confecţionată după dimensiunile acestuia.

DETECTOR DE METALE

Detectorul de metale reprezintă un dispozitiv electronic care permite sesizarea şi localizarea de obiecte metalice aflate sub diverse straturi nemetalice, ca pămînt, zid, zăpadă, apă, lemn etc.

Un asemenea dispozitiv este util pentru găsirea unor circuite electrice îngropate în perete, pentru urmărirea traseului unor ţevi de canalizare, pentru aflarea unor obiecte metalice îngropate, pentru găsirea unor obiecte pierdute etc. Sînt cunoscute mai multe metode ce permit efectuarea unor asemenea determinări ca, de exemplu, metoda reflectării impulsurilor, metoda permeabilităţii magnetice, metoda densităţilor, şi altele. Dintre acestea, cea mai des folosită şi cea mai economică în acelaşi timp este metoda permeabilităţii magnetice. Schemele acestor detectoare pot fi realizate cu tranzistoare, cu circuite integrate sau mixt. În cele de faţă este prezentată o schemă funcţionînd pe principiul permeabilităţii, realizată cu un singur circuit integrat şi fiind destinată a descoperi conducte, trasee electrice, obiecte îngropate etc. Cu o realizare mecanică simplă, detectorul este alimentat de la o tensiune de 4,5 ... 6 V, la un curent de circa 4 mA.

În principiu, schema cuprinde două oscilatoare, un etaj de amestec, un dispozitiv de ascultare şi o sursă de alimentare.

Unul din oscilatoare are frevenţa f_1 ce poate fi reglată manual cu ajutorul unui potenţiometru, iar celălalt oscilator are frecvenţa f_2, frecvenţă ce este modificată sub influenţa unui corp metalic.

Cele două frecvenţe — folosind elementul de reglare a oscilatorului f_1 — pot fi aduse la aceeaşi valoare.

Schema de principiu a căutătorului de metale propus spre realizare este dat în figura 33. Pentru realizarea acesteia s-a folosit un singur circuit integrat şi anume circuitul CMOS tip MMC 4011, fabricat de industria noastră.

Acesta cuprinde patru porţi SI-NU, fiecare cu cîte două intrări. Conectarea acestor porţi la terminalele capsulei este arătată în figura 33. Folosind porţile I şi II s-a realizat oscilatorul f_1, care lucrează după o schemă de comutare. La ieşirea *4* se obţin impulsuri dreptunghiulare a căror durată depinde de valorile C_1 şi $R_1 + P_1$.

Reglînd potenţiometrul P_1, se poate modifica frecvenţa acestor impulsuri în plus şi în minus cu cîţiva kiloherţi, faţă de frecvenţa centrală care este de circa 250 kHz.

Condensatorul C_1 care are o valoare de 390 pF va fi de tip ceramic sau cu stiroflex.

Potenţiometrul P_1 poate avea valoarea de 3,3 kΩ; 4,7 kΩ; 5 kΩ şi chiar 10 kΩ.

Cel de-al doilea oscilator, care generează frecvenţa f_2, este tip LC şi este realizat cu poarta III. Frecvenţa de oscilaţie este determinată de valorile L_1, C_1 şi C_2 şi trebuie să aibă o valoare de circa 250 kHz.

Montajul oscilează ca urmare a tensiunii alternative ce apare la bornele circuitului acordat LC şi care asigură tensiunea de comandă aplicată intrărilor

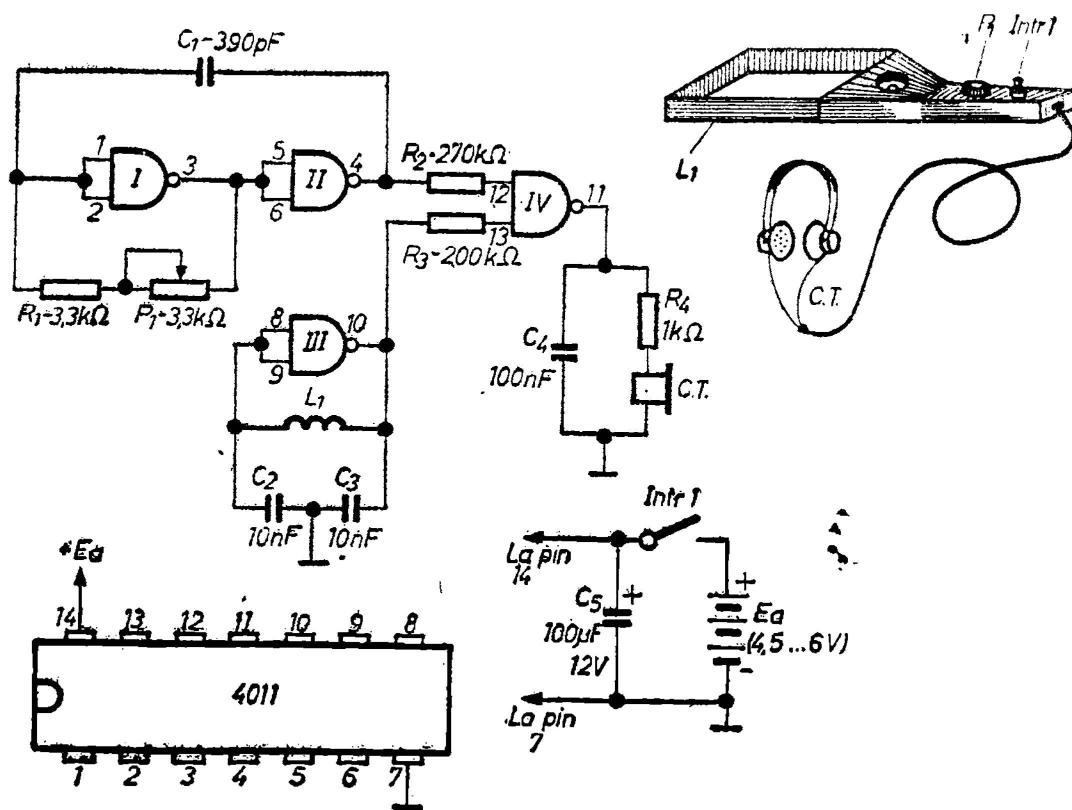


Fig. 33

8 și *9* conectate împreună. Salturile logic 0 și logic 1 care se culeg de la ieșirea *10* asigură semnalul de injecție în circuitul acordat. La terminalul *10* se culege o tensiune sinusoidală.

Acest oscilator generează în principiu o frecvență f_2 fixă, deoarece nu este prevăzut cu nici un element de modificare manuală a frecvenței. Frecvența acestui oscilator se modifică totuși, atunci cînd de suprafața bobinei L_1 este apropiat un obiect metalic, sau invers, cînd bobina este apropiată de un metal.

Modificarea frecvenței f_2 se datorește faptului că prezența unui metal în cîmpul magnetic creat de bobină produce modificarea permeabilității magnetice din jurul acesteia, ceea ce produce în final o modificare a frecvenței generate. Această modificare se explică în felul următor:

Frecvența de rezonanță a circuitului este determinată de valorile $L_1 - C_2 - C_3$. Rezultă atunci că la modificarea inductanței L_1, în plus sau în minus, cu o valoarea ΔL_1, frecvența sa va modifica și ea cu o valoare $\pm \Delta f_2$.

Valoarea inductanței unei bobine este determinată în principiu de relația:

$$L = k \frac{n^2 \times \mu \times S}{l}$$

unde: k — factor de proporționalitate; n — numărul de spire al bobinei; S — suprafața bobinei; l — lungimea bobinei; μ — permeabilitatea magnetică a mediului din jurul bobinei (pentru aer $\mu_a = 1$, pentru fier $\mu_f = 500$).

Dacă mărimea μ se modifică cu o valoare $\pm \Delta\mu$ rezultă că și inductanța se modifică proporțional cu o valoare ΔL.

Cum frecvența f_2 este determinată în cazul schemei de față de relația:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C}}$$

unde:

$$C = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}$$

rezultă că la modificarea lui L_1 sub influența lui $\Delta\mu$ frecvența va deveni:

$$f_2 \mp \Delta f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 \pm \Delta L_1) C}}.$$

Se observă că la mărirea inductanței cu $+\Delta L_1$ frecvența se micșorează cu $-\Delta f_2$, iar la micșorarea inductanței cu $-\Delta L_1$ frecvența va crește cu valoarea $+\Delta f_2$.

De reținut deci că la creșterea permeabilității magnetice a mediului din jurul bobinei, frecvența se va micșora și invers, la micșorarea acesteia, frecvența f_2 va crește. Fizic, o mărire a permeabilității are loc atunci cînd în cîmpul bobinei apar corpri metalice magnetice ca, de exemplu fier, ferită, permaloy etc. Micșorarea permeabilității are loc pentru metale nemagnetice ca alama, aluminiul, cuprul, cositorul, etc.

Cele două frecvențe, f_1 și f_2, generate așa după cum s-a arătat pînă în prezent, sînt introduse prin rezistoarele R_2 și R_3 în poarta *IV*. Aici are loc „amestecul" celor două frecvențe, la ieșirea *11* putînd fi culese o serie de combinații printre care: $(f_1 + f_2)$; $(f_1 - f_2)$; $(2f_1 + f_2)$; $(2f_1 - f_2)$. Dintre acestea, cea care ne interesează este combinația $(f_1 - f_2)$, deoarece această diferență este plasată în domeniul audio, iar în cazul în care reglăm pe f_1 astfel ca: $f_1 = f_2$, atunci rezultă că diferența $f_1 - f_2 = 0$, adică la ieșire se culeg așa-numitele „bătăi nule". Cînd între f_1 și f_2 există o diferență de cîțiva zeci de herți sau cîteva sute de herți, atunci această diferență poate fi ascultată în casca *CT*. Sesizarea modificării frecvenței f_2 ca urmare a influenței unui corp metalic are loc în urma modificării diferenței $f_1 - f_2$ în $f_1 - (f_2 \pm \Delta f_2)$.

Astfel, dacă la un moment dat reglăm, potențiometrul P_1 așa fel ca $f_1 - f_2 = 200$ Hz și că după această operație apropiem bobina L_1 de un obiect metalic și f_2 se micșorrează cu 25 Hz, rezultă că în cască nu vom mai asculta frecvența de 200 Hz, ci o frecvență $f_1 - (f_2 - 25) = 225$ Hz.

În schema de principiu, pentru scurgerea la masă a frecvențelor nedorite ($f_1 + f_2$ etc.) s-a introdus capacitorul C_4, conectat între borna de ieșire *11* și masă.

Ascultarea semnalului se va face într-o cască telefonică obișnuită. Dacă impedanța acestei căști este mică (sub 100 ohmi), atunci în serie cu ea se introduce rezistorul R_4 de 1 kΩ. Dacă dispunem de căști de impedanță mare (2 000 ohmi), atunci rezistorul R_4 poate lipsi.

Ca parte mecanică, acest tip de căutător de metale poate fi realizat avînd aspectul dat în figura 33. Piesa care trebuie respectată ca dimensiuni este bobina L_1. Aceasta va fi realizată pe un cadru dreptunghiular, confecționat din placaj sau material plastic gros de 3 4 mm. Dimensiunile exterioare ale laturilor dreptunghiului sînt de 125 mm $\times$ 220 mm, iar lățimea de 30 mm. Pe acest cadru se vor bobina un număr de 14 spire, folosind sîrmă de cupru avînd diametrul de 0,4 0,45 mm și izolată cu email sau cu PVC. Capetele

vor fi ancorate în cîte o pereche de găuri cu diametrul de 1 ... 1,5 mm practicate în rama de placaj. După executarea bobinajului, pe una din laturile mici se vor lipi cu clei două piese confecţionate tot din placaj şi avînd formă trapezoidală, aşa după cum rezultă din desen.

În prelungirea acestor două piese, prelungire ce ţine loc şi de mîner, se va introduce montajul electronic propriu-zis. Circuitul integrat împreună cu rezistoarele şi capacitoarele se vor fixa pe o plăcuţă de steclotextolit simplu placat.

Potenţiometrul P_1 şi întrerupătorul *Intr. 1* se vor fixa pe suprafaţa mînerului, iar cordonul căştii va fi scos prin extremitatea acestuia.

Ca sursă de alimentare se vor folosi trei sau patru baterii tip R 16 de 1,5 V, care se vor înseria. La rîndul lor, aceste baterii se vor fixa tot în mînerul căutătorului accesul la ele efectuîndu-se printr-o mică fereastră prevăzută cu capac.

Înserierea se va face prin aşezarea bateriilor aşa fel ca una să se afle în prelungirea celeilalte punctele de contact dintre baterii fiind plusul uneia cu minusul celeilalte.

După realizarea detectorului se va trece la operaţia de reglare şi aducere în parametrii funcţionali. Această operaţie se va face cu cadrul ţinut cît mai departe de obiecte metalice, cea mai bună poziţie fiind atunci cînd cadrul este ţinut în aer.

Se cuplează alimentarea prin acţionarea întrerupătorului *Intr. 1* şi cu căştile la ureche se roteşte potenţiometrul P_1 pînă cînd se va auzi un sunet a cărui frecvenţă scade pe măsură ce se continuă rotirea potenţiometrului. La un moment dat, sunetul dispare; acest punct corespunde egalităţii între cele două frecvenţe. Continuarea rotirii potenţiometrului va duce la creşterea frecvenţei proporţional cu rotirea.

În cazul în care egalitatea celor două frecvenţe nu se obţine în intervalul de rotire a potenţiometrului de la un capăt la celălalt, atunci se va modifica valoarea capacitorului C_1 de 390 pF cu 10 ... 30 pF în plus sau minus, pînă cînd se obţine funcţionarea dorită.

Pentru a nu avea variaţii de frecvenţă datorită deplasării între ele a spirelor bobinei L_1, acestea se vor consolida fie cu un lac electroizolant, fie cu vopsea pe bază de diluant.

Detectorul de metale se va folosi în felul următor:

Cu întrerupătorul *Intr. 1* acţionat şi cu cadrul L_1 apropiat la circa 0,5 m de suprafaţa zonei ce dorim să o cercetăm, se roteşte P_1 pînă cînd frecvenţa ascultată în cască are o valoare de 200 ... 300 Hz. Se apropie lent cadrul de suprafaţa respectivă, la cîţiva centimetri, după care se execută o deplasare a acestuia paralel cu suprafaţa. În momentul în care sunetul din cască suferă o deviaţie sesizată cu uşurinţă, rezultă că în acel loc există un corp metalic.

Pentru a urmări traseul unei reţele electrice sau a unei ţevi, după detectarea acesteia, se va continua deplasarea cadrului urmărind drumul pentru care frecvenţa se menţine la valoarea corespunzătoare influenţei obiectului metalic.

Căutătorul astfel realizat poate detecta ţevi metalice îngropate pînă la 25 ... 30 cm. Obiectele mai mari pot fi găsite la adîncimi pînă la 0,5 m.

De reţinut că acest tip de detector de metale este foarte sensibil pentru obiectele metalice care se prezintă ca o spiră în scurt circuit (buclă închisă). Pentru a reţine mai bine această observaţie să facem următoarea experienţă:

Luăm o bucată de sîrmă de cupru cu diametrul de 0,2 ... 0,3 mm şi lungă de circa 1 m şi o strîngem neregulat sub forma unui ghem. Aşezăm sîrma

astfel pregătită pe o suprafață de lemn fără obiecte metalice şi cu ajutorul detectorului de metale, vom încerca să o detectăm. Vom constata că se obține o mică deviație de frecvență. Aceeași sîrmă o desfacem, îi curățim capetele, le lipim cu cositor, după care realizăm din ea un cerc. Aşezăm cercul astfel realizat pe aceeași suprafață nemetalică și, apropiind cadrul căutătorului de metale de ea, vom constata în cască o variație puternică a frecvenței, existența acestei piese putînd fi determinată la o distanțămai mare de 10 cm.

Explicația acestui fenomen constă în aceea că cercul de sîrmă detectat se comportă ca secundarul de transformator, în timp ce primarul transformatorului este bobina L_1. Reprezentînd o spiră în scurtcircuit aceasta absoarbe din energia produsă de înfăşurarea L_1, avînd ca efect micşorarea inductanței şi, ca atare, creşterea frecvenței f_2.

Forma constructivă a detectorului poate fi modificată funcție de dorința constructorului.

Ceea ce trebuie urmărit în acest caz este păstrarea posibilității de obținere prin reglaj a bătăilor nule pentru o poziție cît mai centrală a cursorului potențiometrului.

Capitolul 5

AUDIOELECTRONICĂ

AUTOMAT MUZICAL

Preocupările legate de realizarea unor automate muzicale sînt foarte vechi. În multe muzee ale lumii pot fi văzute cele mai curioase construcții mecanice care prin mișcarea unor pîrghii, cilindri, discuri etc. reușesc să redea diverse fragmente din melodiile vremii.

Astăzi, datorită posibilităților oferite de electronică, lumea aceasta a automatelor muzicale a căpătat o largă răspîndire, realizîndu-se de la simple sonerii pînă la dispozitive capabile să compună melodii, de la jocuri de copii la instrumente capabile să reproducă, după un program, bucăți muzicale din cele mai grele.

Obținerea unei melodii pe cale electronică se bazează de fapt pe posibilitatea oferită de un circuit electronic de a comanda intrarea în funcțiune, succesivă sau simultană, a unui număr oarecare de oscilatoare electronice, avînd diverse frecvențe și forme de semnal.

În cele de față prezentăm un automat muzical simplu, capabil să genereze o succesiune de 10 frecvențe alese la dorință.

Montajul este util pentru demonstrații la orele de muzică, pentru sonorizări în activitățile artistice sau sportive, precum și ca semnalizator sonor în instalațiile de avertizare.

În unele situații poate fi folosit ca generator de succesiune a unor semnale de recunoaștere (cazul navelor, radiofarurilor, balizelor) sau pentru formarea de cifruri.

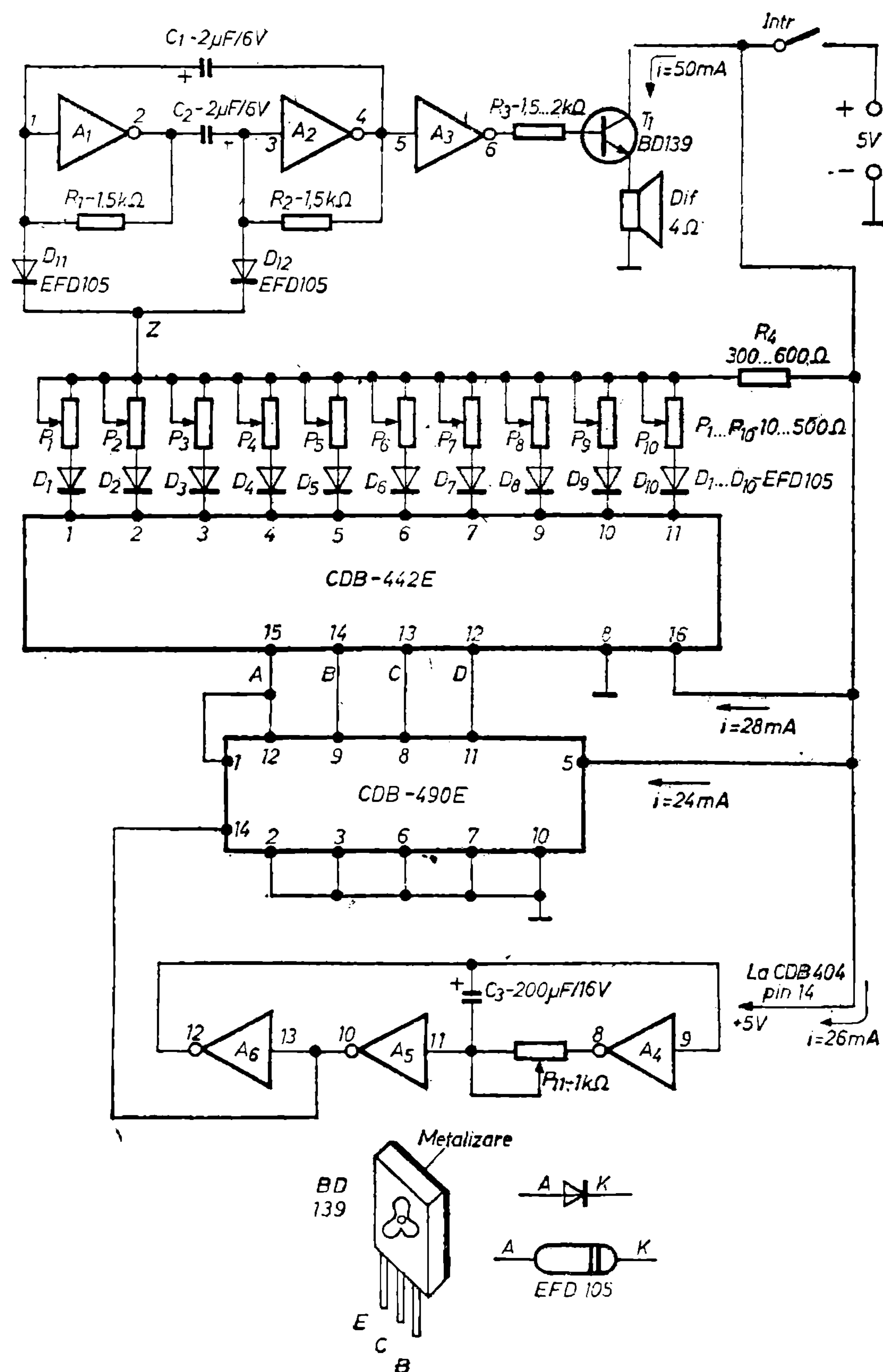
În scopul înțelegerii modului de funcționare al automatului muzical de față, considerăm o analogie: să presupunem că avem un număr de zece oscilatoare electronice audio, construite pe diferite frecvențe și că fiecare oscilator este legat la cîte un plot al unui comutator rotativ, iar la cursorul său este conectat un amplificator echipat cu difuzor. Rotind cu viteză mai mică sau mai mare cursorul comutatorului vom putea asculta în difuzor o melodie reprezentînd succesiunea celor 10 frecvențe ale oscilatoarelor.

Durata fiecărui ton depinde de timpul cît cursorul stă pe un plot. Dezavantajul unui astfel de sistem este legat de faptul că pentru antrenarea comutatorului este necesar un motor cu mecanism de demultiplicare, că, în timp, datorită frecării dintre elementele de contact, pot apărea defecțiuni etc.

Același lucru se poate obține pe cale electronică folosind schema din figura 34.

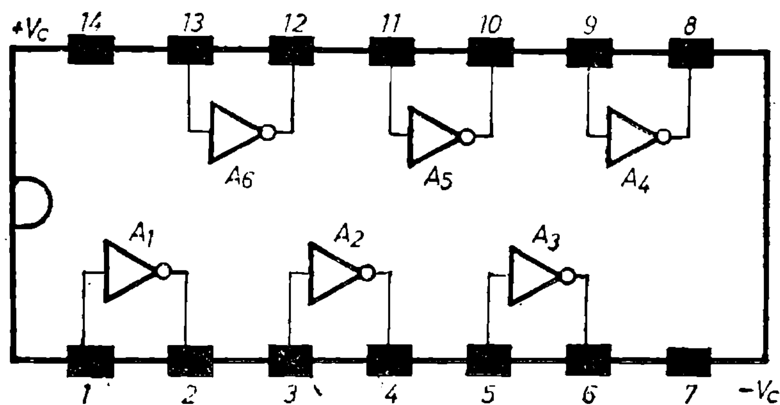
Principial, schema propusă cuprinde un oscilator audio a cărui frecvență este modificată succesiv prin schimbarea unui element de circuit, schimbare care este efectuată cu ajutorul unui comutator electronic realizat cu circuitul integrat CDB-442 E.

Schema cuprinde un oscilator de tact și un oscilator de ton, ambele realizate cu circuitul integrat CDB-404 E, un numărător de impulsuri realizat cu circuitul integrat CDB-490 E, un decodor binar zecimal realizat cu circuitul integrat CDB-442 E (cu rol de comutator) și un amplificator audio realizat

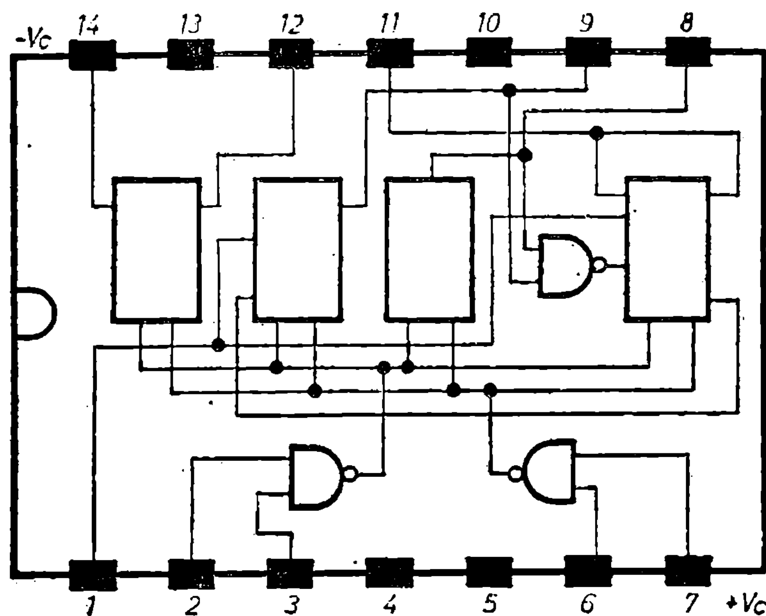


C1-2μF/6V
C2-2μF/6V
A1
A2
A3
A4
A5
A6
R1-1,5kΩ
R2-1,5kΩ
D11 EFD105
D12 EFD105
Z
P3-1,5...2kΩ
T1 BD139
Intr
i=50mA
Dif 4Ω
5V
R4 300...600Ω
P1...P10-10...500Ω
D1...D10-EFD105
CDB-442E
CDB-490E
i=28mA
i=24mA
C3-200μF/16V
P11-1kΩ
La CDB404 pin 14
+5V
i=26mA
Metalizare
BD 139
E
C
B
A
K
EFD 105

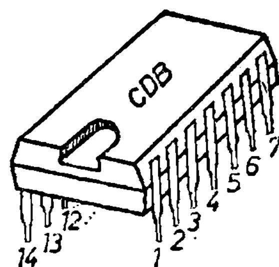
Fig. 34



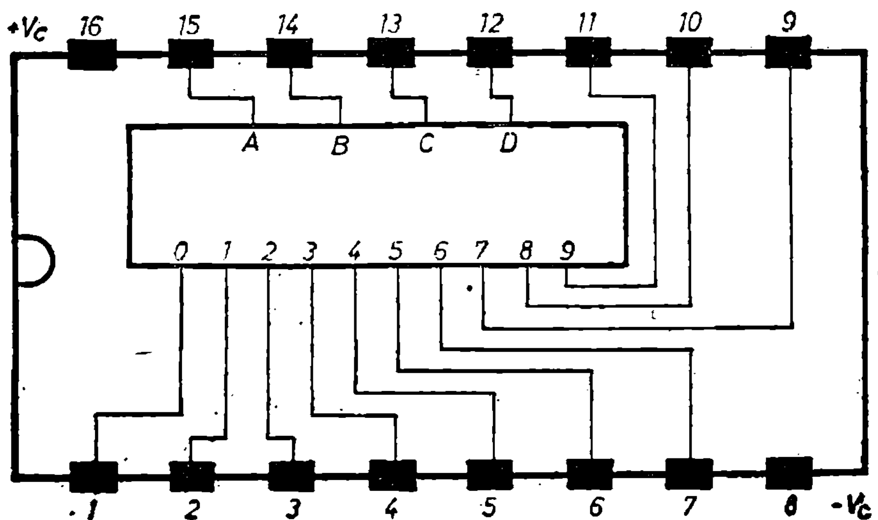
+Vc
14
13
12
11
10
9
8
A6
A5
A4
A1
A2
A3
1
2
3
4
5
6
7
-Vc
CDB 404
Inversor
sextuplu



-Vc
14
13
12
11
10
9
8
1
2
3
4
5
6
7
+Vc
CDB 490E
Numărător
zecimal



CDB
14
13
12
1
2
3
4
5
6
7



+Vc
16
15
14
13
12
11
10
9
A
B
C
D
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1
2
3
4
5
6
7
8
-Vc
CDB442E
Decodor
binar-zecimal

Fig. 35

cu un singur tranzistor de putere, avînd ca sarcină un difuzor de 4 Ω/0,25 W. Circuitele integrate folosite sînt fabricate în țara noastră, la IPRS Băneasa, și înainte de a descrie modul de funcționare al schemei, considerăm util să le facem o prezentare sumară.

Circuitul integratul CDB-404 E este denumit inversor sextuplu, cuprinzînd în aceași capsulă un număr de șase amplificatoare inversoare identice. Un inversor din compunerea integratului CDB-404 E are proprietatea de a reda la ieșire, inversat cu 180°, orice semnal aplicat la intrarea sa.

Capsula este de tip TO-116, cu 14 terminale dispuse simetric, așa după cum se arată în fig. 35. Tensiunea de alimentare se va conecta la terminalele *7* ($-V_c$) și 14 ($+V_c$).

Pentru a verifica dacă un asemenea circuit nu este defect, se va proceda în felul următor:

Se aplică la terminalele *7* și *14* tensiunea de alimentare de 5 V.

Cu ajutorul unui voltmetru de curent continuu se verifică dacă între fiecare intrare (*1, 3, 5, 9, 11, 13*) a inversoarelor și masă (— 5 V) există o tensiune de circa 2 V. Conectînd același voltmetru între fiecare ieșire a inversorului (*2, 4, 6, 8, 10, 12*) și masă, se verifică existența unei tensiuni reziduale de 0,1 V.

În continuare, se verifică dacă fiecare inversor lucrează normal. Pentru aceasta, se conectează la masă intrarea inversorului și cu un voltmetru conectat la ieșire urmărim dacă tensiunea de ieșire „sare" din zero în logic 1, adică se măsoară o tensiune de circa 4 V.

Eliminînd scurtcircuitul de la intrare, tensiunea de ieșire a inversorului trebuie să treacă în zero.

Dacă unul din cele șase inversoare nu corespunde încercărilor efectuate, atunci circuitul integrat va fi folosit parțial.

Circuitul integrat CDB-490 E este un numărător zecimal, realizat într-o capsulă TO-116 cu 14 terminale.

Acest circuit asigură numărarea pînă la zece impulsuri pozitive aplicate la intrarea *14* și obținerea la terminalele *8—9—11—12* a stărilor corespunzătoare în cod binar. În tabelul 2 (Tabel de adevăr) este dată corespondența între numărul de impulsuri aplicate la intrarea *14* și dispunerea binară a stărilor corespunzătoare.

Din tabel, se observă că atunci cînd la intrare nu este aplicat nici un impuls electric, la ieșirile binare (*11, 8, 9, 12*) nu vom avea tensiune (nivel logic 0).

Cînd este aplicat primul impuls la intrarea *14*, starea binară se modifică și la terminalul *12* apare nivelul logic *1*, tradus prin apariția la acest terminal a unei tensiuni pozitive de circa 3,5 V.

După cum rezultă din tabelul 2 cît și din măsurători, pentru primul impuls în cod zecimal vom găsi corespondența binară 0001.

Impulsurile aplicate circuitului CDB 490 E sînt date de unul din inversoarele aparținînd integratului CDB 404 E.

Pentru a verifica un circuit integrat tip CDB 490 E vom proceda în felul următor:

Se alimentează circuitul integrat cu o tensiune de 5 V, aplicînd polaritatea plus la terminalul *5* și polaritatea negativă la terminalul *10*.

Tabelul 2

Numărul de impulsuri aplicate la intrarea 14	*Starea ieșirilor*			
	terminal 11	*terminal 8*	*terminal 9*	*terminal 12*
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0

Tabelul 3

Terminalul	*Tensiunea măsurată [volți]*
1	2,5
2	2
3	2
4	0
6	2
7	2
8	0
9	0
11	4
12	4
13	0
14	2,5

Folosind un voltmetru de curent continuu se verifică dacă între borna minus a sursei de alimentare (terminalul *10*) și celelalte terminale se găsesc tensiunile indicate în tabelul 3.

În situația în care tensiunile corespund tabelului, se conectează între ele, terminalele *2, 3, 6, 7* și *10*, iar terminalul *1* la terminalul *12*.

Se conectează voltmetrul de curent continuu între terminalul *8* și terminalul *10*. Cu ajutorul unui fir vom efectua un scurtcircuit între terminalul *14* și terminalul *10*. În acest moment, la voltmetrul de curent continuu va trebui să citim cînd o tensiune de circa 3,6 V (nivel 1), cînd o tensiune nulă (nivel 0) funcție de numărul de scurtcircuitări efectuate.

Se va proceda în continuare la fel, mutînd însă borna plus a voltmetrului de curent continuu la terminalul 9, apoi la 11 și 12. La fiecare din aceste terminale va trebui să găsim cînd nivelul 1, cînd nivelul 0.

Pe timpul acestor verificări, se va lucra cu multă atenție spre a nu efectua conexiuni greșite, care pot duce la distrugerea circuitului integrat.

Circuitul integrat CDB 442 E este un decodor binar zecimal, fiind realizat într-o capsulă tip MP-117 prevăzută cu 16 terminale.

La acest circuit, alimentarea se aplică la terminalul *8* (— Vc) și terminalul *16* (+ Vc). Acest circuit realizează decodificarea din sistemul binar în sistemul zecimal, afișînd maxim 10 stări ale unui numărător cu patru ieșiri în binar.

• Stările codului binar sub formă de tensiuni de intrare se aplică circuitului CDB-442 E la terminalele *15* (A) — *14* (B) — *13* (C) și *12* (D).

Ieșirile în sistemul zecimal se găsesc la terminalele *1* — *11* (afară de *8*).

Traducerea din binar în zecimal se face prin apariția stării 0 (tensiune zero) de la un terminal la altul, aceste stări culegîndu-se pozițional.

Exemplificînd, dacă la intrarea binară aplicăm starea 00 11, în partea de ieșire zecimală vom găsi starea 0, numai la terminalul *4*, la toate ceilalte terminale existînd starea 1. Corespondența dintre stările la ieșirea în zecimal față de intrarea în binar pentru circuitul CDB-442 E este dată în tabelul 4.

Tabelul 4

Starea intărilor binare				*Starea ieșirilor la terminalele*										*Nr. de ordine al impulsului de ieșire*
Term. 12 (D)	*Term. 13 (C)*	*Term. 14 (B)*	*Term. 15 (A)*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*9*	*10*	*11*	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	3
0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	5
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9

Pentru restul stărilor de intrare binară, pînă la a 16-a, deoarece sînt 4 celule ($2^4 = 16$), ieşirile în zecimal rămîn în starea 1.

Un circuit conectat la unul din terminalele de ieşire zecimală este practic conectat la masă atunci cînd decodorul trece în starea 0.

Această succesiune a trecerii prin zero a ieşirilor zecimale face ca circuitul integrat CDB-442 E, să fie comparat ca un comutator rotativ.

Tensiunile de intrare aplicate circuitului CDB-442 E se obţin, în cazul schemei de faţă, de la circuitul integrat CDB-490 E.

Pentru verificarea stării unui circuit CDB-442 E se va proceda în felul următor:

— se alimentează circuitul cu o tensiune de 5 V şi se verifică dacă valoarea curentului consumat este de circa 28 mA.

— se reproduce starea 0000 prin conectarea la masă a celor patru intrări binare (*12—13—14—15*).

Cu ajutorul unui voltmetru de curent continuu se va controla dacă între terminalul *1* şi masă (— 5 V) tensiunea măsurată este nulă (rezidual există 0,2 V) şi, de asemenea, dacă între restul ieşirilor şi masă tensiunea este de 3,7 V, ceea ce corespunde nivelului logic 1.

Folosind tabelul 4 se reproduce starea 0001 prin menţinerea mai departe, la masă, numai a terminalelor *12—13—14* şi lăsînd neconectat (liber) terminalui *15*.

Va trebui să găsim starea 0 numai la ieşirea *2*, toate celelalte ieşiri aflîndu-se la o tensiune de 3,7 V.

Se va proceda la fel şi cu celelalte poziţii, parcurgîndu-se toate situaţiile din tabelul de adevăr al circuitului. Dacă o singură situaţie nu corespunde situaţiei normale, atunci circuitul nu este bun, el putînd fi folosit doar în alte scopuri.

Reţinînd modul de funcţionare al circuitelor integrate prezentate, să revenim la schema de principiu din figura 84 şi să urmărim modul de funcţionare al acesteia, ştiind că se urmăreşte realizarea unui oscilator audio capabil să-şi modifice succesiv frecvenţa de lucru.

În schema prezentată, acest oscilator este realizat cu doi din inversorii circuitului CDB 404 E şi anume inversorii conectaţi la terminalele *1—2* şi *3—4*. Ieşirea inversorului A_1 este cuplată capacitiv cu intrarea inversorului A_2, iar ieşirea acestuia este cuplată de asemenea capacitiv la intrarea primului. Schema astfel realizată reprezintă un oscilator multivibrator astabil. Pentru ca oscilatorul să funcţioneze este necesară şi conectarea intrărilor *1* şi *3* la masă, prin intermediul unui rezistor.

Acest lucru este realizat cu ajutorul potenţiometrelor $P_1 — P_{10}$ care au o bornă comună conectată în punctul notat cu *Z*, iar celelalte borne conectate la decodorul CDB-442, prin intermediul unor diode de blocare.

Cînd unul din aceste potenţiometre este pus la masă prin intermediul elementelor interne ale circuitului CDB-442, atunci oscilatorul va lucra, generînd frecvenţa necesară, care este culeasă la terminalul *4* al inversorului A_2. Semnalul astfel cules este injectat la intrarea *5* a inversorului A_3, iar ieşirea *6* a acestuia este cuplată printr-un rezistor de limitare în baza tranzistorului T_1, montat ca repetor. Cu ajutorul difuzorului *Dif* vom putea asculta frecvenţa generată de schemă.

Cînd este necesară o audiţie mai puternică, în locul tranzistorului T_1 se va introduce un amplificator audio.

Pentru verificarea execuţiei montajului din aproape în aproape, se recomandă ca după plantarea componentelor oscilatorului, inclusiv R_4, dar

în afară de potențiometre, să se cupleze alimentarea de 5 V și cu ajutorul unui rezistor de 200 ... 300 ohmi cuplat între punctul Z și masă să urmărim apariția unui sunet în difuzor.

Neapariția sunetului în cazul unui astfel de test necesită verificarea amănunțită a tuturor componentelor folosite.

Dacă oscilatorul va funcționa de la început, vom repeta încercarea, montînd în locul rezistorului de 200 ohmi un potențiometru de 500 ohmi, cu ajutorul căruia vom putea constata modificarea frecvenței în momentul modificării poziției cursorului potențiometrului.

Cum pentru fiecare frecvență generată este nevoie de o rezistență de o anumită valoare, în schemă apar zece potențiometre, tip trimer, fiecare fiind reglat pentru sunetul dorit. Conectarea la masă a acestor potențiometre este asigurată de circuitul integrat CDB-442 E, care efectuează această operație succesiv începînd cu ieșirea *1* pînă la ieșirea *11*.

La rîndul său, circuitul integrat CDB-442 este comandat de către numărătorul zecimal CDB-490 E, acesta asigurînd prin ieșirile sale *8—9—11—12*, o configurație în cod binar, care este aplicată intrărilor *12—13—14—15* ale CDB-442 E.

Configurația de la ieșirea numărătorului zecimal are loc ca urmare a aplicării la intrarea *14* a unor așa-zise impulsuri de tact. Impulsurile de tact sînt obținute de la un al doilea generator, realizat cu celelalte trei inversoare ale circuitului CDB 404, care împreună cu un potențiometru (P_{11}) și un capacitor (C_3) formează un oscilator capabil să asigure semnale electrice cu o frecvență cuprinsă între 0,2 Hz și 5 Hz, funcție de poziția cursorului potențiometrului P_{11}.

Pentru reglajul potențiometrelor $P_1 - P_{10}$ în scopul obținerii unui fragment de melodie compusă din 10 note, este necesar să „ținem pe loc" funcționarea decodorului CDB-442; realizăm această situație decuplînd legăturile dintre acesta și numărătorul zecimal și efectuarea combinațiilor de cod binar conform tabelului 4.

Conectînd la masă toate cele 4 intrări ale lui CDB 442 E, activ este numai potențiometrul P_1. Rotind cursorul acestuia vom regla frecvența la valoarea dorită.

Pentru înlocuirea celor zece potențiometre tip trimer cu rezistoare, este necesar să măsurăm cu un ohmmetru valoarea rezistenței ohmice prezentată de fiecare potențiometru pentru poziția în care a fost adus și să montăm în locul lui un rezistor de aceeași valoare, obținut de regulă prin sortare. Montajul poate fi folosit și pentru redarea a mai multor fragmente de melodii; pentru aceasta este suficient să construim reglete cu 10 rezistoare fiecare — stabilite dinainte — și să schimbăm regletele între ele, după dorință. Pentru operativitatea acestei înlocuiri, pot fi folosite contacte tip clemă în care regleta să fie introdusă sau scoasă cu ușurință.

Întreg montajul va fi alimentat de la o tensiune continuă de 5 V, preluată de la un redresor clasic.

Consumul total de curent al schemei este de circa 128 mA. Consumul de curent pe etaje este următorul: circuitul integrat inversor = 26 mA; circuitul integrat CDB 442 E = 28 mA; circuitul integrat CDB-490 E = 24 mA; tranzistorul BD-139 = 50 mA.

Schema funcționează continuu, în sensul că după baleierea celor zece frecvențe, procesul se reia după un interval de circa 3 secunde. Pornirea și oprirea schemei se face acționînd asupra sursei de alimentare.

Pentru ca montajul să genereze un număr mai mic de frecvențe este suficient să montăm potențiometre numai pentru sunetele necesare. Pentru a realiza o pauză mai mare între sunete, se va proceda tot prin eliminarea potențiometrelor din zona respectivă. Toate diodele $D_1 \ldots D_{12}$ vor fi de tipul EFD 105 ... EFD 108; înainte de conectarea lor în montaj se recomandă a fi verificate.

AUTOMAT DE RITM

În muzică, ritmul reprezintă elementul care determină caracterul unei melodii. El reprezintă simetria timpilor accentuați și slabi din desfășurarea unei bucăți muzicale, reprezintă elementul care constituie „suportul" pe care se sprijină melodia propriu-zisă.

Ritmul este realizat de instrumente de percuție specifice, cele mai tradiționale fiind tobele, cinelul sau instrumente cu coarde cum ar fi contrabasul sau altele. Aceste instrumente sînt acționate de regulă cu mîna sau piciorul, și produc sunete de joasă frecvență și de scurtă durată. Ascultat singular, ritmul are un caracter monoton, sunetele lui succedîndu-se pe tot parcursul unei melodii sub forma unor bătăi scurte, de aceeași frecvență și intensitate, marcînd momente specifice melodiei. Astfel, o melodie ce reprezintă un vals are un ritm specific caracterizat de o succesiune de bătăi în ritmul: un-doi-trei, un-doi-trei. Pentru producerea ritmului se folosește fie un singur instrument, cum ar fi cazul unui marș, unde toba marchează momentul cînd piciorul trebuie să atingă pămîntul, sau de mai multe instrumente, cum este cazul melodiilor interpretate de formațiile de jaz.

O dată cu apariția diverselor instrumente muzicale electronice, au fost concepute și așa-numitele generatoare sau automate de ritm.

Acestea sînt dispozitive electronice capabile să reproducă automat și să redea într-un difuzor sunete specifice instrumentelor de percuție, programate la dorință și aparținînd diverselor genuri de melodii (dansuri). Asemenea dispozitive pot fi realizate fie separat, fie ca bloc component al sintetizatoarelor electronice muzicale și pot fi construite pe bază de scheme tranzistorizate sau scheme cu circuite integrate. În cele ce urmează prezentăm un automat de ritmuri, de construcție simplă și realizat numai cu tranzistoare. Principiul de funcționare al acestui automat este destul de simplu; să presupunem că dispunem de un generator electronic care imită sunetul unei tobe. Dacă vom cupla ritmic intrarea în funcțiune a acestui generator, vom obține sunete (bătăi) asemănătoare celor produse de instrumentul muzical clasic. Dacă ritmul în care efectuăm punerea în funcțiune a respectivului montaj electronic corespunde, spre exemplu, ritmului specific unui vals, atunci se spune că am realizat prin mijloace electronice un ritm muzical de vals. Dacă în loc de acționarea manuală a respectivei scheme folosim un montaj care efectuează automat această operație, vom obține ceea ce numim *automat de ritm* sau *generator electronic de ritm*. Montajul care asigură intrarea automată în funcțiune a tobei electronice amintită mai înainte poate să genereze un ritm mai rapid sau mai lent, funcție de modul cum este construit și reglat.

De asemenea, timpul cît durează sunetul poate fi reglat acționînd asupra valorii componentelor electronice ale acestuia. În situația în care în loc de o singură schemă de tobă electronică, folosim două sau mai multe generatoare ce imită sunetul de percuție, putem obține printr-un aranjament convenabil ritmuri care să aparțină unor dansuri ca: polca, vals, tango, fox-trott etc.

Schema propusă spre realizare este compusă din următoarele blocuri:
— Blocul generatoarelor ce imită sunetele de percuție.
— Blocul generator de tacturi.
— Blocul amplificator.
— Blocul alimentator.

În cele ce urmează vom descrie modul de realizare al blocului generatoarelor de sunete de percuție și blocul de tacturi, celelalte două blocuri putînd fi realizate de constructorul amator după schemele obișnuite. Blocul ce cuprinde generatoarele ce imită sunetele de percuție are, de regulă, în componența să două sau mai multe generatoare de percuție ce imită o tobă, un cinel, un pian etc.

Pentru a da posibilitatea realizării mai multor variante, sînt date patru scheme ce reprezintă o tobă mare (fig. 36) o tobă mică (fig. 37) un cinel (fig. 38) și un pian (fig. 39).

Toate aceste scheme produc sunetele specifice instrumentelor respective în momentul aplicării la intrarea notată cu I a unui scurt impuls negativ. Fiecare schemă reprezintă un generator electronic aflat în regim de așteptare, respectiv în prag de amorsare a oscilațiilor.

Schema din figura 36, pentru toba mare, realizată cu un singur tranzistor tip BC-107 sau BC-173, prezintă o structură de oscilator tip RC adusă în apropierea punctului de amorsare a oscilațiilor prin reglarea amplificării, respectiv a reacției negative modificată de poziția cursorului lui P_1. În poziția de așteptare, schema nu produce la bornele de ieșire nici un fel de semnal. În momentul aplicării la intrarea I a unui impuls negativ, sub forma unui salt de tensiune de la plus către minus, oscilatorul intră în funcțiune pentru un scurt interval de timp. Oscilațiile apar brusc, pentru scurtă durată, sub forma unei lovituri, apoi se sting după o curbă exponențială. Frecvența oscilațiilor ce se obține cu schema prezentată este în jur de 55 Hz. Alimentarea se face de la o tensiune de 12 V; polarizarea bazei lui T_1 se obține prin intermediul rezistoarelor $R_6 — R_7$. Numărul de sinusoide conținute de percuția obținută depinde de lățimea impulsului de comandă, precum și de pragul de reglaj al potențiometrului P_1. Tensiunea maximă a sinusoidelor obținute la ieșirea E este de circa 0,1 V.

Pentru a modifica frecvența sinusoidelor generate, se va modifica valoarea capacitoarelor C_3 — C_4 și C_5, în limite mici, și respectînd condiția ca C_3

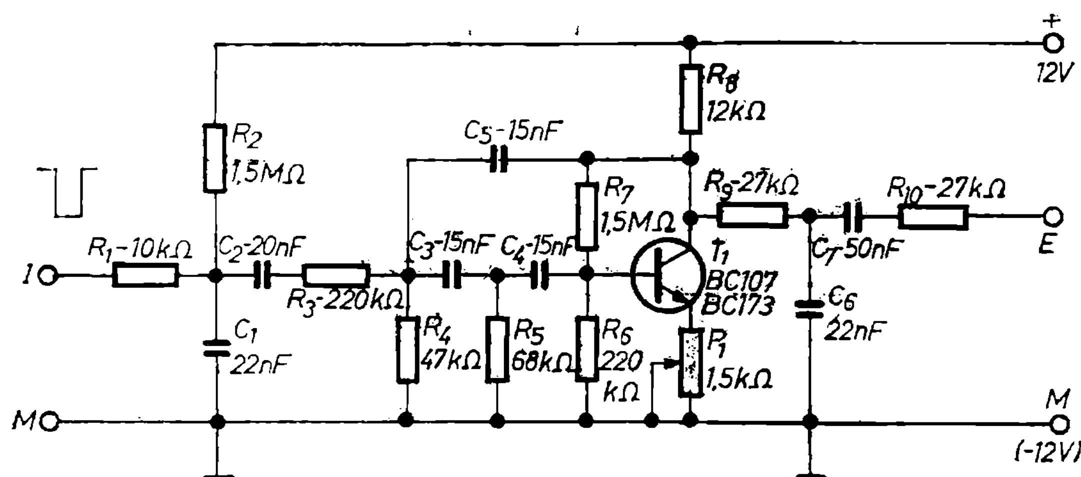


Fig. 36

să fie egal totdeauna cu C_4. După realizare, verificarea schemei tobei mari se poate face independent de celelalte elemente ale generatorului de ritm. Pentru aceasta este necesar ca ieșirea E să fie cuplată la intrarea unui amplificator audio de circa 10 W și prevăzut cu un difuzor capabil să redea frecvențele joase.

La intrarea I a schemei se va conecta ieșirea Y a circuitului de verificare prezentat în figura 40. După aplicarea tensiunii de alimentare de 12 V, precum și a tensiunilor de alimentare a amplificatorului, se va acționa ritmic întrerupătorul K_1. În difuzor va trebui să ascultăm sunete specifice unei tobe mari. Din schema de verificare din figura 40 se observă că în momentul acționării întrerupătorului K_1, tranzistorul T_A primește tensiune de polarizare prin rezistorul R_1. În acest moment tranzistorul se deschide, prin el circulînd un curent de circa 1,6 mA. Prn aceasta, tensiunea între colectorul tranzistorului și masă devine aproape zero, ceea ce corespunde cu conectarea unei armături a capacitorului C_1 la masă. Acest salt de tensiune de la + 12 V la zero este transmis prin dioda D_1 la intrarea I, fiind în continuare transmis prin R_1 schemei din figura 36.

Pentru obținerea unui sunet de percuție cît mai real, pe timpul acestor verificări se va acționa lent asupra potențiometrului P_1.

De asemenea, pentru obținerea unei frecvențe mai coborîte se vor mări capacitoarele C_3 și C_4.

După o schemă asemănătoare este realizată și toba mică din figura 37. Valorile mai mici ale capacitoarelor C_3 și C_4 permit ca frecvența produsă să fie mai ridicată în comparație cu cea a tobei mari. Pentru verificarea acestei scheme se va proceda în același mod ca și pentru toba mare, ajutîndu-ne tot de circuitul din fig. 40.

În compunerea generatorului de ritm este aproape obligatorie și prezența schemei ce simulează sunetul cinelului (fig. 38). Acest instrument are un sunet metalic, reprezentînd tot o percuție.

Sunetul metalic este obținut de la un generator de așa-numit zgomot alb, realizat cu tranzistorul T_2 montat ca diodă polarizată invers cu ajutorul rezistorului R_5. Valoarea lui R_5 va fi cuprinsă între 220 kΩ și 330 kΩ, valoarea exactă fiind stabilită pe timpul experimentărilor, cînd se va urmări obținerea unui sunet cît mai real.

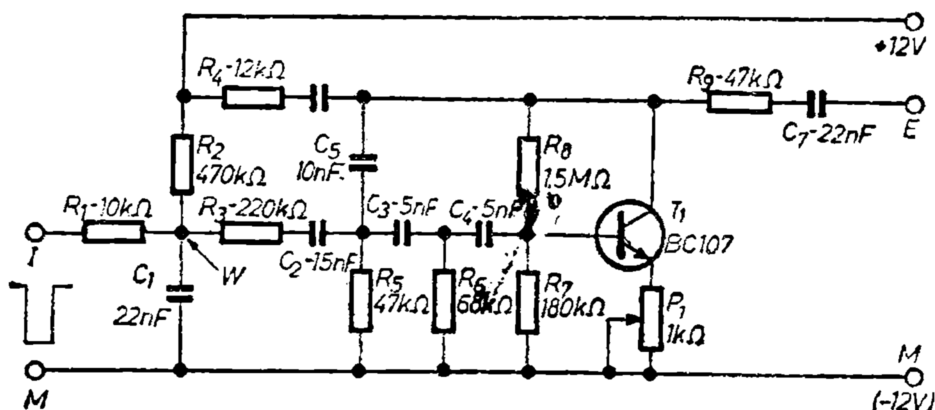


Fig. 37

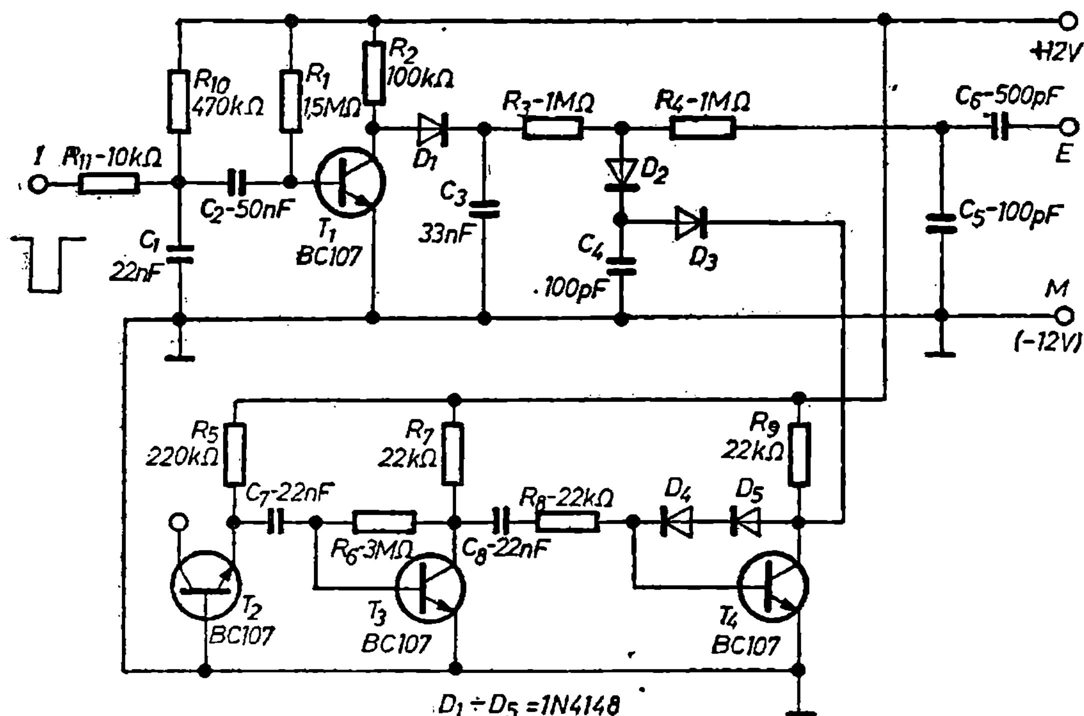


Fig. 38

Acest mod de conectare a unui tranzistor, unde joncţiunea emitor-bază este polarizată în sensul invers şi lucrînd cu un curent destul de mic reprezintă un montaj specific, care generează un zgomot foarte bogat în armonici de amplitudine relativ constantă şi distribuite uniform în întregul spectru audio. Tensiunea de zgomot de la bornele acestui generator este culeasă prin intermediul capacitorului C_7 şi introdusă la bornele tranzistorului T_3 care lucrează ca amplificator. În continuare, prin C_8 — R_8 semnalul este introdus într-un al doilea amplificator realizat cu T_4. De la bornele rezistorului R_9 semnalul de zgomot urmează ca prin diodele D_2, D_3 şi grupul R_4 — C_6 să ajungă la ieşirea E, de unde urmează să pătrundă în amplificatorul de putere. În poziţia de repaus, diodele D_1, D_2 şi D_3 sînt însă blocate, deoarece au anodul conectat la tensiunea mică a colectorului lui T_1 aflat în conducţie. Catodul acestor diode este conectat către colectorul tranzistorului T_4 aflat şi el tot în conducţie. În momentul aplicării pe baza tranzistorului T_1 a unui impuls negativ, acesta se blochează, tensiunea la colectorul său crescînd brusc la + 12 V. De data aceasta, diodele D_1, D_2 şi D_3 devin conductoare şi semnalul de zgomot poate trece uşor prin D_2 — D_3 către borna E. În acelaşi timp se încarcă şi capacitorul C_3 care, după dispariţia impulsului negativ aplicat la intrare, asigură menţinerea unei tensiuni pozitive descrescătoare, ceea ce face ca zgomotul să dispară lent.

O altă schemă, reprezentînd tot un semnal de percuţie, este dată în figura 39, unde semnalul de declanşare este tot un impuls negativ.

Cel de al doilea bloc principal al automatului de ritm este blocul generator de tacturi. Acesta are rolul de a asigura punerea în funcţiune numai în anumite momente a generatoarelor de percuţie. Un asemenea bloc poate fi comparat cu un comutator rotativ, format dintr-un număr oarecare de contacte (ploturi) dispuse sub formă de cerc, la care sînt conectate generatoarele de

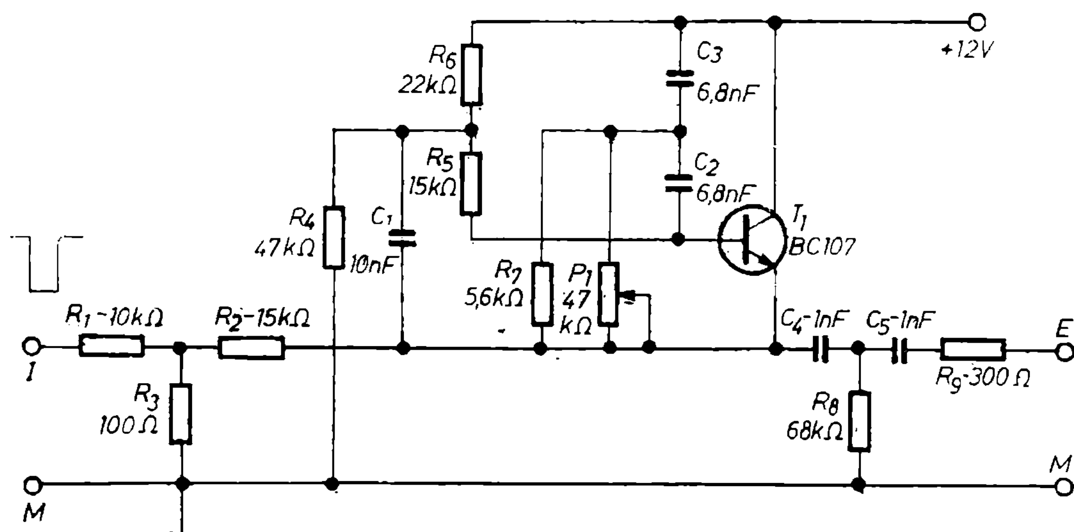


Fig. 39

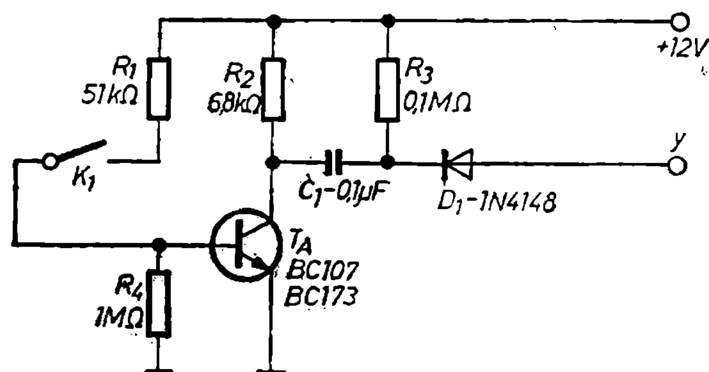


Fig. 40

percuție și un braț rotitor. Brațul rotitor, în mișcarea sa, calcă pe aceste contacte, punînd succesiv în funcțiune generatoarele conectate. Ca atare, vom putea asculta o succesiune de sunete de percuție care se succed mai repede sau mai încet, funcție de rotirea brațului. Pentru a obține același sunet de percuție de două sau de trei ori succesiv, va trebui să conectăm același generator la două sau trei ploturi succesive. Dacă urmărim realizarea unei pauze între două sunete de percuție, atunci între ploturile la care sînt conectate generatoarele vor fi lăsate libere două sau mai multe ploturi. Prin conectarea la ploturi a două sau mai multe generatoare de percuție de natură diferită (de exemplu o tobă și un cinel), putem obține o succesiune de sunete specifice diverselor melodii.

Electronic, acest comutator mecanic poate fi obținut prin folosirea unui circuit integrat tip CDB 442 E așa după cum s-a arătat în figura 34, fie folosind o succesiune de circuite bistabile basculante (CBB) conectate în serie, după o schemă asemănătoare unui numărător binar. Dacă dispunem de circuitul integrat amintit mai înainte se poate folosi schema din fig. 34. În caz contrar, este recomandată ca foarte accesibilă schema cu CBB, realizată cu tranzistoare de uz comun, cum este tranzistorul BC-107, BC-173 etc.

Pentru a realiza o succesiune convenabilă de ritmuri, prezentăm în figura 41 o schemă formată din trei CBB înseriate și comandate de un oscilator de tact. Urmărind schema propusă, se observă că oscilatorul de tact este realizat cu tranzistoarele T_1 și T_2, primul CBB este realizat cu T_4 — T_5, al doilea CBB este realizat cu T_6 — T_7, iar al treilea cu T_8 — T_9.

Tranzistorul T_3 aflat în circuitul oscilatorului de tact are rolul de a opri funcționarea acestuia cînd comutatorul K_5 se află în poziția 0 (oprit). Oprirea este realizată prin șuntarea bazei lui T_2 de către T_3 în momentul în care acesta se deschide prin aplicarea tensiunii de polarizare ca urmare a acționării comutatorului amintit mai înainte. Oscilatorul de tact furnizează impulsuri dreptunghiulare cu o frecventă ce poate fi reglată cu ajutorul potențiometrului P_1. Modificarea frecvenței oscilatorului de tact este necesară pentru a se putea obține pentru restul schemei automatului diferite „viteze" de producere a tacturilor. În acest sens amintim că în practica muzicală aceste „viteze" au primit diferite denumiri, fiecăreia fiindu-i specific o anumită frecvență. În tabelul 5 sînt prezentate aceste valori.

Tabelul 5

Denumirea	*Frecvența [Hz]*	*Impulsuri/minut*
Grave	0,666	40
Largo	0,766	46
Adagio	0,933	56
Andante	1,083	65
Sostenuto	1,266	76
Moderato	1,466	88
Allegretto	1,800	108
Allegro	2,166	130
Vivace	2,666	160
Presto	3,000	180
Prestissimo	3,333	200

Semnalele dreptunghiulare de la ieșirea oscilatorului de tact se culeg de la colectorul tranzistorului T_2 prin intermediul diodei D_1 și a rezistorului R_8. Prin C_3 — C_4 impulsurile negative sînt introduse la bazele tranzistoarelor T_4 — T_5, moment în care are loc bascularea acestora. Pentru a pleca totdeauna cu tranzistoarele circuitelor CBB din aceeași stare, respectiv cu tranzistoarele din stînga (în cazul nostru) în conducție, au fost introduse grupurile D_2 — R_{10}, D_3 — R_{19} și D_4 — R_{25}, care prin K_5 au rolul de a efectua așa-numita operație de „aducere la zero"

Primul circuit CBB realizează împărțirea cu 2 a impulsurilor primite de la oscilatorul de tact. Impulsurile numărate de primul CBB sînt culese de la bornele rezistorului R_{14} și prin R_{22} și C_7 — C_8 sînt transmise mai departe la bazele celui de-al doilea CBB care, la rîndul său, efectuează o nouă divizare cu 2, ceea ce corespunde cu o împărțire cu 4 a impulsurilor oscilatorului de tact.

Prin R_{28} și C_{12} — C_{13} impulsurile culese de la colectorul tranzistorului T_7 sînt introduse în ultimul circuit CBB. Acest ultim circuit realizează o nouă

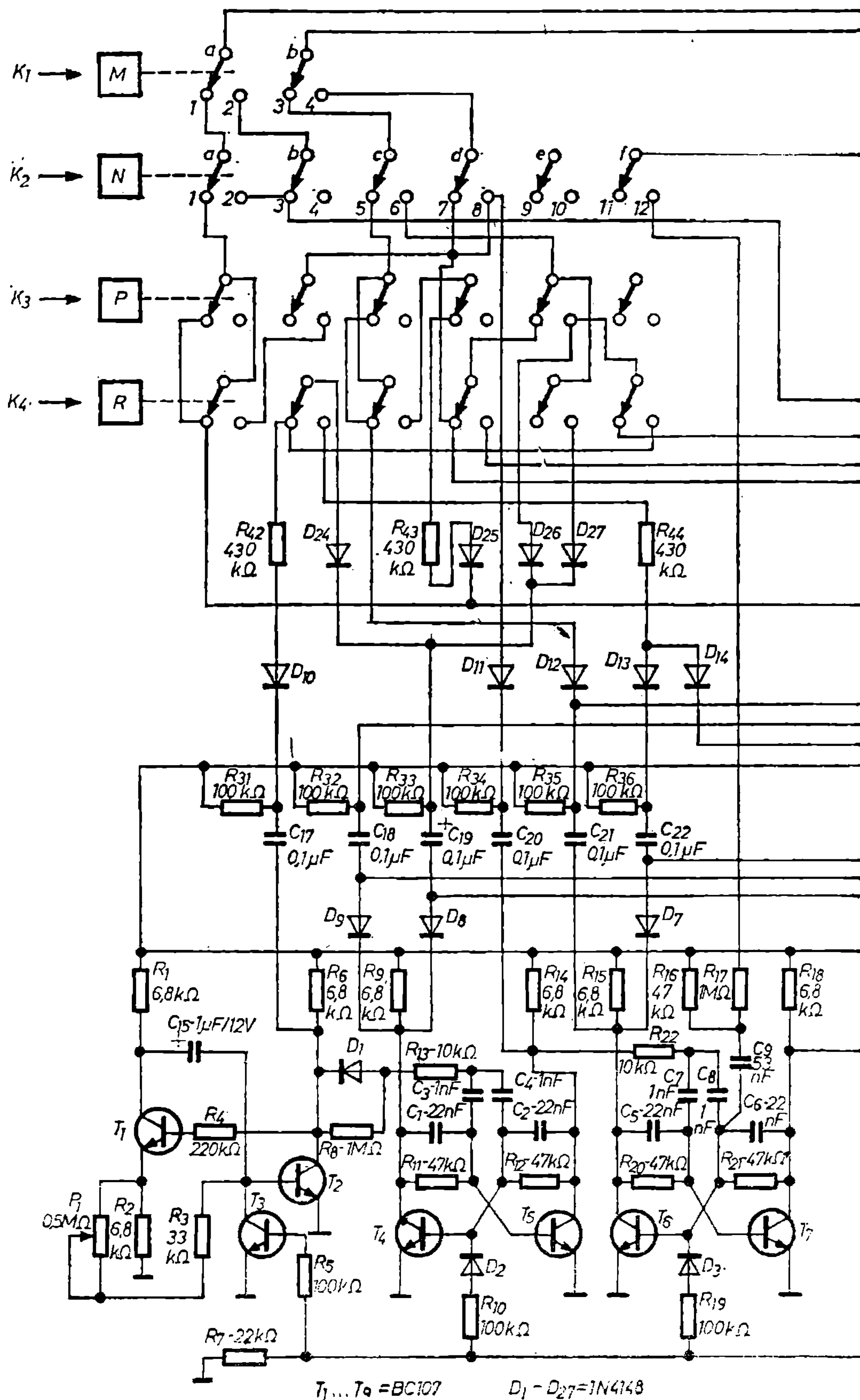
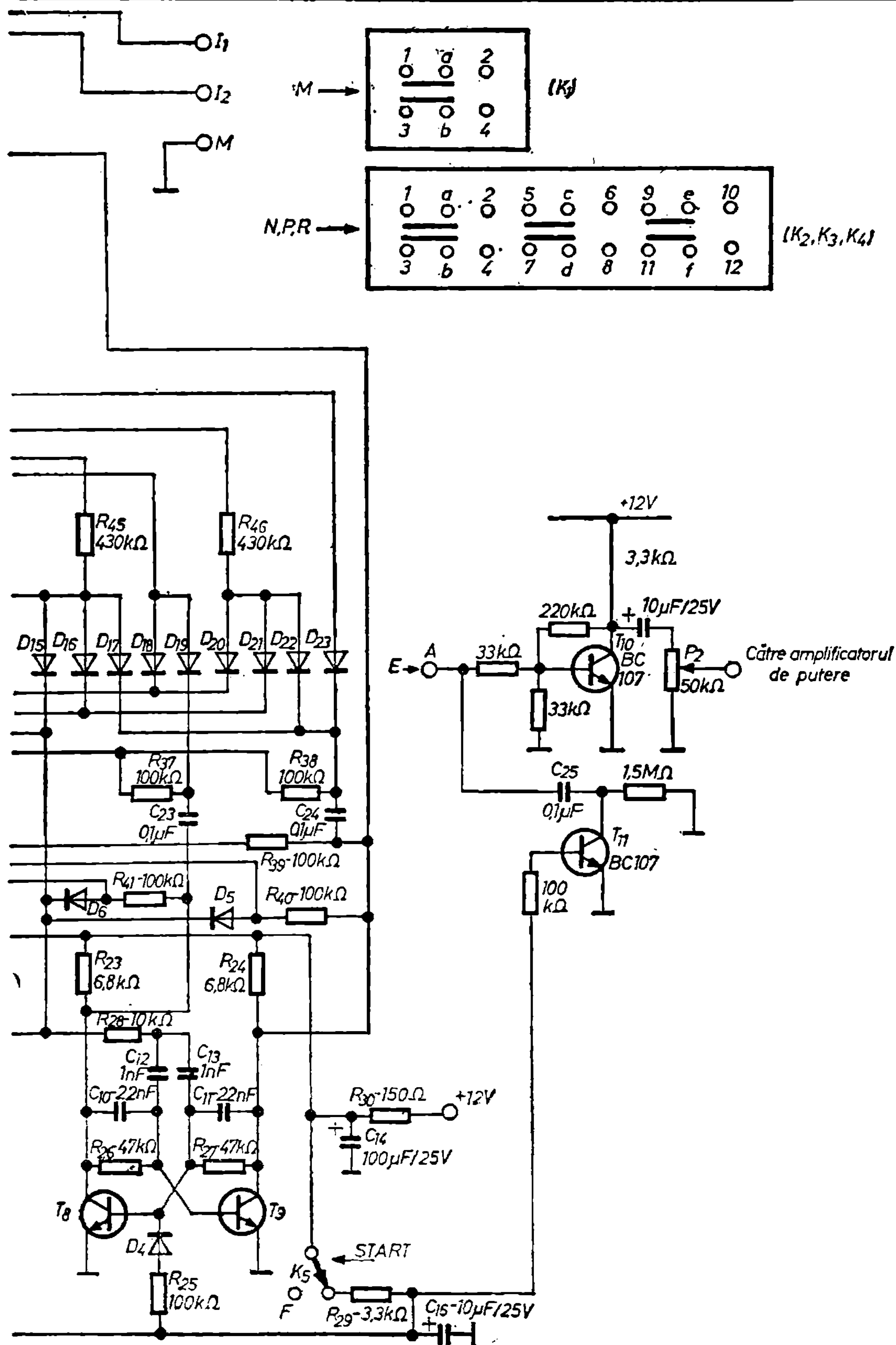

K1
M
K2
N
K3
P
K4
R
R42 430 kΩ
R43 430 kΩ
R44 430 kΩ
D24
D25
D26
D27
D10
D11
D12
D13
D14
R31 100 kΩ
R32 100 kΩ
R33 100kΩ
R34 100kΩ
R35 100 kΩ
R36 100 kΩ
C17 0,1μF
C18 0,1μF
C19 0,1μF
C20 0,1μF
C21 0,1μF
C22 0,1μF
D9
D8
D7
R1 6,8kΩ
C15-1μF/12V
T1
R4 220kΩ
R6 6,8 kΩ
R9 6,8 kΩ
D1
R8-1MΩ
T2
T3
R3 33 kΩ
R2 6,8 kΩ
P1 0,5MΩ
R5 100kΩ
R7-22kΩ
R13-10kΩ
C3-1nF
C4-1nF
C1-22nF
C2-22nF
R11-47kΩ
R12-47kΩ
T4
T5
D2
R10 100kΩ
R14 6,8 kΩ
R15 6,8 kΩ
R16 47 kΩ
R17 1MΩ
R18 6,8 kΩ
R22 10kΩ
C7 1nF
C8 1 nF
C9 53 nF
C5-22nF
C6-22 nF
R20-47kΩ
R21-47kΩ
T6
T7
D3
R19 100kΩ
T1 ... T9 =BC107
D1 - D27=1N4148

Fig.



I1
I2
M
M
(K1)
N,P,R
(K2, K3, K4)
1 a 2 3 b 4
1 a 2 5 c 6 9 e 10
3 b 4 7 d 8 11 f 12
R45 430kΩ
R46 430kΩ
D15 D16 D17 D18 D19 D20 D21 D22 D23
R37 100kΩ
R38 100kΩ
C23 0,1μF
C24 0,1μF
R39-100kΩ
R41-100kΩ
D6
D5
R40-100kΩ
R23 6,8kΩ
R24 6,8kΩ
R28-10kΩ
C12 1nF
C13 1nF
C10-22nF
C11-22nF
R26-47kΩ
R27-47kΩ
T8
T9
D4
R25 100kΩ
START
K5
F
R29-3,3kΩ
C15-10μF/25V
R30-150Ω
+12V
C14 100μF/25V
+12V
3,3kΩ
220kΩ
10μF/25V
E
A
33kΩ
T10 BC 107
33kΩ
P2 50kΩ
Către amplificatorul de putere
C25 0,1μF
1,5MΩ
T11 BC107
100 kΩ

împărțire cu 2, ceea ce corespunde la o împărțire cu 8 a frecvenței date de oscilatorul de tact.

Accesul la oricare din aceste impulsuri este posibilă prin simpla cuplare la colectorul oricărui tranzistor al CBB-urilor.

Pentru a se verifica funcționarea oscilatorului de tact se va realiza, din schema prezentată în figura 41, numai partea ce cuprinde tranzistoarele T_1 — T_9. Folosind schema ce simulează, de exemplu, toba mare, se va conecta intrarea I a acestuia, pe rînd, la colectorul tranzistorului T_2, apoi la T_3, T_4 ș.a.m.d., pînă la ultimul tranzistor, T_9. Reglînd potențiometrul P_1 vom urmări ritmul în care apar sunetele de percuție, pentru fiecare caz în parte. Conectînd mai multe generatoare de sunet la ieșirile CBB, vom putea urmări intrarea acestora în funcțiune, conform impulsurilor date de fiecare CBB. După această experiență, prin care ne-am convins de funcționarea schemei și, respectiv, după ce ne-am însușit principiul de funcționare al oscilatorului de tact, se va putea trece la realizarea automatului propriu-zis. Folosind schemele anterioare, vom conecta în punctul notat cu I_1 schema de tobă mare prezentată în figura 36, în punctul notat cu I_2 se va conecta schema tobei mici dată în figura 37. Schema cinelului, dată în figura 38 se va conecta (fără R_{10}, R_{11} și C_1) prin capacitorul C_2 în punctul notat cu W în schema tobei mici din figura 37. Conectarea generatoarelor de percuție la colectoarele circuitelor CBB se face prin intermediul unor diode și a contactelor comutatoarelor K_1 — K_4.

Comutatoarele K_1 — K_4 din circuit, notate în schema de principiu și cu literele *M, N, P, R*, permit selectarea de ritmuri specifice diferitelor bucăți muzicale. Astfel, cînd nu este apăsat nici un buton, schema va genera ritmul specific pentru polcă. Cînd este apăsat numai *M*, se obține un ritm specific măsurii 4/4. Pentru *N* apăsat se obține ritmul specific unui vals (măsura 3/4), iar pentru *P* apăsat se obține ritmul de twist, de cha-cha beat. Cînd este apăsat numai *R* se obține un ritm de quick-step, iar cînd este apăsat *P* și *R* împreună se obține ritmul specific de tango. La apăsarea butoanelor *N* și *R* se obține ritmul de fox-trott, iar la apăsarea împreună a butoanelor *N* și *P* se obține ritmul specific de rock. La apăsarea simultană a butoanelor *N, P* și *R* obținem un ritm de slow-rock.

Toate ieșirile *E* ale generatoarelor sunetelor de percuție se vor cupla la borna *A* a unui preamplificator realizat cu tranzistorul T_{10}. Ieșirea din acest preamplificator se face prin intermediul unui potențiometru P_2, al cărui cursor se va conecta la intrarea unui amplificator audio de putere. În derivație cu intrarea tranzistorului T_{10} se găsește (cuplat prin intermediul capacitorului C_{25} de 100 nF) colectorul tranzistorului T_{11}. Acesta are rolul de a șunta intrarea tranzistorului T_{10} atunci cînd comutatorul notat cu K_5 se află în poziția „0" (oprit.) Pentru această poziție a lui K_5, la baza lui T_{11} se aplică o tensiune pozitivă, care duce la deschiderea tranzistorului și deci la șuntarea intrării lui T_{10}.

În schimb, cînd K_5 este trecut în poziția de start, tensiunea de polarizare dispare, T_{11} se blochează, astfel că prezența lui nu mai influențează asupra semnalului audio de la intrare. Comutatoarele K_1 — K_5 sînt desenate, în figura 41, sub forma comutatoarelor cu braț rotativ, ceea ce ușurează urmărirea schemei. Practic se vor folosi comutatoare de tipul celor întîlnite în radioreceptoare sau televizoare și procurabile din magazinele de specialitate sub denumirea de ansamblu element cu reținere. Corespondența între contactele acestui model de comutator și comutatorul din schemă, este dată în figura 41. Alimentarea schemei se va face de la o tensiune de 12 V, care nu este necesar

să fie stabilizată. Atît blocul generatoarelor de percuție cît și blocul generator de tacturi, împreună cu comutatoarele respective, vor fi realizate pe aceeași placă cu cablaj imprimat. Amplificatorul de putere care preia semnalul de la generatorul de ritm se va realiza separat și va avea propria sursă de alimentare.

AMPLIFICATOR AUDIO DE 50 W

Pentru lanțurile audio lucrînd mono sau stereo, amplificatorul cel mai uzitat este cel care asigură 50 W pe canal. Un asemenea amplificator, realizat cu componente ușor de procurat este prezentat în schema din figura 42. Schema se situează în categoria celor de înaltă fidelitate, oferă o bună stabilitate în funcționare și nu necesită reglaje deosebite.

Schema amplificatorului propus spre realizare este caracterizată prin: etaj de intrare tip diferențial, etaj pilot avînd ca sarcină dinamică un generator de curent, circuit de protecție automată la supracurenți pentru tranzistoarele de putere, legătură galvanică (directă) între etaje. Semnalul aplicat la intrarea amplificatorului va proveni de la un preamplificator mono sau stereo, capabil să asigure o tensiune de ieșire de circa 0,5 V.

Performanțele electrice ale amplificatorului sînt următoarele:

— Puterea nominală de ieșire pe o sarcină de 4 Ω este de 50 W

— Banda frecvențelor amplificate pentru o distorsiune de amplitudine la capete de ± 2 dB este cuprinsă între 18 Hz la 80 kHz.

— Tensiunea de intrare, pentru a asigura puterea de 50 W pe sarcina de 4 Ω, la 1 000 Hz, este de minimum 0,5 V.

— Impedanța de intrare: 25 kΩ.

— Coeficientul de distorsiuni neliniare: 0,3%

— Amplificarea în tensiune: 29 dB

— Raportul semnal/zgomot: 80 dB

— Tensiunea de alimentare: sursă dublă 2 × 25 V

— Curentul de mers în gol: maxim 120 mA

— Curentul mediu consumat pentru puterea de 50 W nu depășește 2 A.

Funcțiunile îndeplinite de cele 13 tranzistoare ale amplificatorului sînt următoarele: T_1 — T_2 constituie etajul de intrare diferențial; T_3 funcționează ca generator de curent constant; T_4 — T_5 reprezintă etajul pilot; T_6 realizează funcția denumită superdiodă; T_7 lucrează ca generator de curent constant; T_8 — T_9, funcționează ca etaje de protecție electronică la supracurent; T_{10} — T_{11} sînt etaje defazoare; T_{12} — T_{13} reprezintă etajul final de putere.

Semnalul audio ce trebuie amplificat trece mai întîi prin C_1 — R_1, după care pătrunde în baza amplificatorului T_1. În emitorul tranzistoarelor T_1 — T_2 este introdus generatorul de curent T_3 și grupul de stabilizare D_1 — D_2, toate cu rol de micșorare a distorsiunilor.

Cel de-al doilea tranzistor (T_2) al etajului diferențial primește pe bază, prin rezistorul R_7, o tensiune reprezentînd semnalul de reacție negativă globală. Amplificarea întregului montaj poate fi reglată, în anumite limite, acționînd asupra rezistorului R_7. După amplificarea în T_1, semnalul audio este cules de la bornele rezistorului R_3 și introdus în etajul pilot format din tranzistoarele T_4 — T_5. Tranzistorul T_4, montat ca repetor, prezintă o impedanță de intrare mare, ceea ce este convenabil pentru ieșirea lui T_1.

Sarcina etajului pilot este formată din superdioda T_6 și generatorul de curent T_7.

Fig. 42

Prin R_{11} şi R_{15} tensiunea de la terminalele superdiodei este transmisă ca tensiune de polarizare pentru tranzitoarele $T_{10} - T_{11}$. Această tensiune de polarizare este reglată prin manevrarea potenţiometrului P_1 aflat în baza superdiodei, ceea ce are ca efect şi modificarea curentului de mers în gol al tranzistoarelor finale. Curentul de colector al tranzistorului T_6, care trebuie să fie de circa 10 mA, se reglează din potenţiometrul semireglabil R_{14} de 100 ohmi.

Prin rezistoarele R_{11} şi R_{15}, ambele de 470 Ω, semnalul audio este injectat în bazele tranzistoarelor complementare T_{10} şi T_{11}. Semialternanţa pozitivă aplicată bazei tranzistorului T_{10} duce la deschiderea acestuia şi în continuare la deschiderea tranzistorului final notat cu T_{12}. În acest mod, punctul median notat cu M, deci şi borna difuzorului, vor fi apropiate mult de ramura + 25 V a tensiunii de alimentare şi ca atare un curent important va străbate bobina mobilă. Din schemă se observă că semialternanţa pozitivă este aplicată în acelaşi timp şi bazei lui T_{11}, dar acesta fiind un tranzistor *pnp* nu se va deschide. (M este punctul comun al lui C_{14} şi C_{15}).

La sosirea semialternanţei negative, tranzistorul T_{10} care are structura *npn* nu va lucra; în schimb va funcţiona tranzistorul T_{11}.

Prin deschiderea lui T_{11} este asigurată şi deschiderea celui de-al doilea tranzistor final, T_{13}, care va apropia de data aceasta punctul M şi deci şi difuzorul de ramura — 25 V. În acest mod bobina mobilă a difuzorului este străbătută cînd de semialternanţa pozitivă cînd de cea negativă, fiind redate astfel toate alternanţele aplicate intrării.

Este posibil ca pe timpul funcţionării, datorită unor eventuale defecţiuni, curentul de colector prin tranzistoarele finale T_{12}— T_{13} să crească mai mult decît cel de regim. Într-o asemenea situaţie va intra automat în funcţiune sistemul de protecţie realizat cu tranzistoarele T_8—T_9.

Cînd defecţiunea apare la tranzistorul T_{12} va intra în funcţiune T_8, iar pentrul finalul T_{13} va intra în funcţiune T_9. Exemplificînd, să presupunem că datorită unei cauze oarecare cuentrul de colector al tranzistorului T_{12} creşte peste —2 A; automat, căderea de tensiune de la bornele rezistorului R_{24} va creşte peste valoarea de 0,6 V şi prin R_{17} este condusă la baza tranzistorului T_8, care pînă în acest moment a fost blocat. În momentul în care T_8 începe să conducă, se observă din schemă că baza lui T_{10} este adusă către potenţialul punctului median M şi ca atare T_{10} se blochează. Automat va tinde să se blocheze şi finalul T_{12}., practic curentul prin acesta limitîndu-se la valoarea de protecţie în timp ce semnalul va fi redat mult distorsionat şi cu intensitate scăzută.

În acelaşi mod acţionează şi ramura de protecţie a braţului din care fac parte tranzistoarele T_9 şi T_{13}.

Diodele D_3 ... D_6 aflate în schema circuitului de protecţie au rolul de a opri trecerea semnalului audio din circuitul de emitor al finalelor către baza tranzistoarelor T_{10} — T_{11}.

Pentru evitarea apariţiei de oscilaţii supraacustice, în circuitul difuzorului s-a introdus o inductanţă L_1, de 2 μHy. Acelaşi rol îl are şi circuitul tip Boucherot format din C_{12} — R_{26}, cuplat în derivaţie pe difuzor, precum şi capacitoarele C_2, C_6, C_7.

Pentru realizarea inductanţei L_1 se va folosi o carcasă cu diametrul de 16 mm şi va cuprinde un număr de 10 spire realizate cu sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 1 mm.

Pentru alimentarea amplificatorului se va folosi un bloc redresor clasic. Pentru determinarea tensiunii și a puterii necesare, asigurată de redresor, se pleacă de la puterea nominală de ieșire a amplificatorului și debitată pe sarcină, care este difuzorul de 4 Ω.

Tensiunea eficace măsurată la bornele sarcinii (difuzorului) este dată de relația:

$$U_{ef} = \sqrt{P_{ie} \times Z_{ie}} = \sqrt{50 \times 4} = 14,142 \text{ V}.$$

Tensiunea de vîrf a unei semialternanțe a tensiunii eficace care a fost determinată mai înainte este:

$$U_{max} = U_{ef}\sqrt{2} = 14,142 \times 1,41 = 19,94 \text{ V}.$$

Valoarea tensiunii de alimentare E_a necesară se determină cu relația:

$$E_a = U_{max} + U_{RE} + U_{CE} + U_D.$$

în care: U_{max} — tensiunea de vîrf a semnalului de la bornele sarcinii; U_{RE} — căderea de tensiune de la bornele rezistorului din emitor; U_{CE} — căderea de tensiune dintre colectorul și emitorul tranzistorului; U_D — tensiunea necesară pentru a atinge regimul de saturație.

Uzual se folosesc valorile: $U_{RE} = 0,5$ V; $U_{CE} = 1$ V și $U_D = 2$ V. Înlocuind găsim:

$$E_a = 19,94 + 0,5 + 1 + 2 = 23,44 \text{ V}.$$

Practic se va lucra cu o tensiune $E_a = 25$ V.

Curentul eficace care străbate sarcina pentru a obține puterea maximă de 50 W este:

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{P_{ie}}{z_{ie}}} = \sqrt{\frac{50 \text{ W}}{4 \text{ }\Omega}} = \sqrt{12,5 \text{ A}} = 3,5355 \text{ A}.$$

Curentul de vîrf va fi:

$$I_{max} = I_{ef} \sqrt{2} = 3,5355 \quad 1,41 = 4,985 \simeq 5 \text{ A}.$$

Valoarea medie a curentului de alimentare este:

$$I_{med} = \frac{I_{max}}{\pi} = \frac{5}{3,14} = 1,5923 \text{ A}.$$

Puterea consumată de la sursa de alimentare de ambele tranzistoare este:

$$P_c = \frac{2E_a \times I_{max}}{\pi} = \frac{2 \times 25 \times 4,985}{3,14} = 79,378 \simeq 80 \text{ W}$$

Cu aceste date rezultă că redresorul amplificatorului va trebui să asigure o tensiune de 25 V pe un braț (deci 2 × 25 V) și un curent maxim de 5 A.

Dacă realizăm un lanț de amplificatoare stereo, deci vor exista două canale de amplificare simetrice, rezultă că redresorul va trebui calculat pentru o putere dublă.

În acest caz transformatorul va trebui să aibă o secțiune de minim 16 cm².

Primarul se va bobina cu sîrmă de cupru emailat, avînd diametrul de 0,6 ... 0,7 mm, iar secundarul care va trebui să asigure o tensiune de 2 × 20 V, va fi bobinat cu sîrmă de cupru emailat, cu diametrul de 1,2 ... 1,3 mm.

Amplificatorul va fi realizat pe o plăcuță de steclotextolit placat pe o singură față și cu o grosime de 1,6 ... 2 mm.

Traseul cablajului va fi executat așa fel încît să urmărească, pe cît posibil mai fidel modul în care piesele sînt dispuse în schema de principiu. Traseul cablajului de alimentare va avea o lățime de circa 4 mm și va fi încărcat cu un strat de cositor avînd înălțimea de 1 mm.

Pentru asigurarea unui regim termic care să conducă la o bună funcționare a amplificatorului, va fi necesar ca tranzistoarele care disipă putere să fie montate pe radiatoare de răcire. În acest scop, tranzistoarele tip BD vor fi prevăzute cu plăcuțe de aluminiu avînd o suprafață de minim 10 cm².

Cele două tranzistoare finale se vor fixa pe un radiator cu aripioare, care să asigure o suprafață de răcire de minim 150 cm² pentru fiecare. Pentru izolarea din punct de vedere electric, între fiecare tranzistor 2 N 3055 și plăcuța de răcire se va așeza o foiță de mică decupată după conturul tranzistorului. De asemenea, șuruburile de strîngere ale tranzistoarelor vor fi izolate prin intermediul unor cilindri de trecere confecționați dintr-un material izolator oarecare.

Superdioda T_6 va fi montată pe radiatorul finalelor $T_{12} - T_{13}$. Pentru protecția bobinei mobile a difuzorului, în serie cu acesta se va monta o siguranță fuzibilă de 3 A. După terminarea construcției propriu-zise se va trece la efectuarea reglajelor necesare unei funcționări corecte.

La început se va verifica tensiunea de alimentare dată de redresor. Se cuplează apoi difuzorul, iar în lipsa acestuia un rezistor de 4 Ω/50 W, confecționat din conductor rezistiv. Cu ajutorul unui fir de cupru, se conectează la masă borna de intrare a amplificatorului. Cu ajutorul unui miliampermetru de curent continuu, introdus în serie cu colectorul tranzistorului T_7, se reglează R_{14}, pînă cînd în circuit va circula un curent de circa 10 mA. Se va trece apoi la reglarea curentului de mers în gol al tranzstoarelor finale T_{12} și T_{13}.

Mai întîi se înseriază un miliampermetru de curent continuu în colectorul lui T_{12}, iar apoi în colectorul lui T_{13}. Reglînd din potențiometrul P_1 vom urmări ca aparatul de măsură să indice un curent de circa 40 mA, atît pentru un braț, cît și pentru celălalt.

În cazul cînd între curenții de colector ai celor două tranzistoare există o diferență mai mare de 3 mA, atunci se vor verifica valorile rezistoarelor din circuitele de polarizare, a rezistoarelor $R_{24} - R_{25}$, care trebuie să fie identice, precum și modul cum s-a făcut împerecherea tranzistoarelor finale cît și a tranzistoarelor $T_{10} - T_{11}$ din punct de vedere al factorului β. De asemenea, se va ajusta în limite mici și rezistorul R_3. După această operație se conectează în derivație pe difuzor un voltmetru de curent continuu. Va trebui ca acesta să nu indice nici o tensiune.

Dacă avem la dispoziție un osciloscop, îl vom cupla tot în derivație pe difuzor și vom controla dacă nu apar eventuale oscilații parazite. În cazul unor asemenea oscilații, va fi necesar să mărim pe rînd capacitoarele C_6 și C Verificarea funcționării circuitelor de protecție se face în felul următor:

Se înlătură scurtcircuitul de la intrare și se cuplează la bornele de intrare un generator audio fixat pe circa 800 Hz și cu o tensiune în jur de 0,35 V. Se va reține pe cît posibil intensitatea sunetului redat de difuzor. Apoi, folosind un rezistor de 3 ... 4 Ω și 50 W, pe care îl vom conecta ritmic în derivație

pe difuzor, vom urmări dacă intensitatea sunetului scade foarte mult atunci cînd sarcina suplimentară se află conectată.

Pentru protecţia difuzorului, în cazul cînd unul din tranzistoare se scurtcircuitează sau datorită altor defecte, în serie cu difuzorul se introduce o siguranţă calibrată.

Cînd se realizează un lanţ stereo, fiecare amplificator de canal (stînga sau dreapta) se va realiza în cutii ecranate şi conectate la masă comună.

Pentru a măsura performanţele amplificatorului realizat, se vor folosi ca aparate de bază un generator audio, un voltmetru electronic şi eventul un oscilograf.

Astfel, pentru a ridica curba de răspuns în frecvenţă a amplificatorului, vom folosi un generator de audiofrecvenţă care va fi conectat la intrare, iar la ieşire în derivaţie pe o sarcină rezistivă sau pe difuzor avînd cuplat un voltmetru electronic.

Menţinînd constantă tensiunea de intrare, dar modificînd frecvenţa din aproape în aproape, se va urmări valoric tensiunea de ieşire.

Se va putea astfel trasa curba tensiunii de ieşire (U_{ie}) funcţie de frecvenţa (f).

RADIOELECTRONICĂ

RECEPȚIA STEREOFONICĂ

Pentru radioascultătorii dornici de audiții muzicale de calitate, radiodifuziunea transmite, în banda UUS, programe stereofonice încadrate în spectrul audio cuprins între 30 Hz și 15 kHz.

Cum majoritatea radioreceptoarelor echipate cu subgama UUS nu au prevăzut etajul decodor stereo, în cele ce urmează prezentăm un adaptor destinat recepționării unor astfel de programe.

Înainte de a trece la prezentarea acestei scheme, în scopul cunoașterii principiilor ce stau la baza acestei tehnici și pentru a putea urmări în cunoștință de cauză mecanismul funcționării etajelor ce le vom construi, în cele ce urmează se prezintă pe scurt noțiunile considerate ca cele mai utile.

Prin anul 1930, Abel Gance — un specialist în sonorizări — a avut ideea instalării dispersate într-o sală de cinematograf a mai multor difuzoare, în scopul de a crea spectatorilor senzația auditivă de spațialitate de localizare a sunetelor, de naturalețe.

În anii ce au urmat, mai multe laboratoare au preluat ideea și în urma studiilor și experimentărilor efectuate s-a ajuns la tehnica pe care azi o numim *stereofonie*.

Ca definiție, stereofonia este tehnica înregistrării și redării sunetelor, avînd ca scop crearea pentru ascultător a unei senzații auditive cît mai fidele cu cea a sursei sonore originale, a creării senzației de relief acustic.

În prezent, în multe audiții, ca de pildă înregistrările pe disc, înregistrările pe bandă magnetică sau emisiuni de radio și televiziune se folosește încă tehnica monofonică. Aceasta constă în înregistrarea sunetului cu un singur microfon, respectiv captarea undelor sonore dintr-un singur punct și redarea lui într-un singur difuzor. Procedeul monofonic nu redă naturalețea ambianței sonore originale, nu creează senzația de spațialitate, nu permite localizarea surselor sonore.

Contrar tehnicii monofonice, stereofonia prevede în principiu captarea sunetelor cu mai multe microfoane amplasate orizontal și vertical în calea frontului sonor și redarea lor în punctul de ascultare cu tot atîtea difuzoare.

Un asemenea sistem, în care se folosesc 8—9 puncte de înregistrare-redare, poate fi întîlnit în cinematografie, unde se folosesc tot atîtea piste de înregistrare pe pelicula de celuloid.

Pentru majoritatea echipamentelor sonore ca picupuri, casetofoane, receptoare radio, cea mai convenabilă tehnică stereofonică este aceea care folosește numai două puncte de înregistrare-redare și respectiv două canale de înmagazinare sau transmitere.

Practic, în stereofonia cu două canale, un microfon culege semnalele audio din partea stîngă a sursei sonore, constituind ceea ce numim „canalul

din stînga" sau canalul L (left) iar un al doilea microfon culege semnalele din partea din dreapta, constituind „canalul din dreapta" respectiv canalul R (right).

Dacă pentru înregistrările pe disc sau pe bandă magnetică lucrurile din punct de vedere tehnic, sînt mai simple, pentru cazul transmisiunilor radiofonice stereo problemele sînt ceva mai complicate.

Din capul locului trebuie să ne gîndim că transmisia stereofonică prin radio presupune existenţa a două canale necesare pentru „transportul" semnalelor sonore L şi R.

La prima vedere, cel mai simplu ar fi să se folosească două emiţătoare, lucrînd pe frecvenţe diferite, aşa fel ca unul să transmită canalul din stînga, iar celălalt canalul din dreapta. Recepţia ar urma să se facă cu ajutorul a două radioreceptoare separate, acordate fiecare pe frecvenţa staţiei corespondente. Deşi pare greoaie, această metodă a fost totuşi practicată o vreme de către radiodifuziunea britanică, folosind gama frecvenţelor UUS şi cu modulaţie în frecvenţă. Astăzi, pentru emisiunile stereofonice se foloseşte principiul semnalului multiplex, care permite emisia canalelor L şi R utilizînd un singur emiţător, deci o singură frecvenţă de emisie.

Încă de la începutul ei, tehnica transmisiei stereofonice prin radio a trebuit să rezolve o serie de probleme ca:

— fixarea lungimilor de undă care să fie folosite pentru emisiunile stereo;

— formarea semnalului stereofonic;

— luarea de măsuri astfel ca emisiunea stereofonică să nu stînjenească recepţionarea altor emisiuni;

— emisiunile stereo să fie compatibile, adică să poată fi recepţionate şi de aparatele obişnuite (mono), bineînţeles fără redare stereo;

— recepţionarea emisiunilor stereo să nu necesite montaje complicate, greu realizabile.

În ceea ce priveşte lungimea de undă, s-a pornit de la faptul că spectrul de audiofrecvenţă care urmează a fi transmis trebuie să fie destul de larg, pentru ca redarea să fie cît mai fidelă.

În acest scop s-a convenit să fie folosit intervalul cuprins între 30 Hz — 15 kHz pentru fiecare canal. Aşezînd simplist canalele unul lîngă celălalt, observăm că se obţine un spectru de 30 kHz. A transmite acest spectru în domeniul undelor lungi, medii sau scurte, este destul de complicat, deoarece semnalul audio de modulaţie maxim admis în aceste benzi este de 5 kHz.

Rezultă că singurul domeniu în care se poate lucra este cel al undelor ultrascurte (UUS). Conform convenţiilor internaţionale s-a repartizat în acest scop banda de frecvenţe cuprinsă între 63 MHz (4,76 m) şi 108 MHz (2,77 m), bandă cunoscută şi sub denumirea de UUS (USW, OUC, UKW, UKB).

În cadrul acestei benzi, pentru standardul OIRT (Organizaţia Internaţională de Radio şi Televiziune) din care fac parte ţările socialiste a fost repartizat intervalul 63 MHz la 73 MHz, respectiv 4,76 m la 4,11 m, iar pentru standardul CCIR (Comitetul Consultativ Internaţional de Radio) intervalul 87 MHz la 108 MHz, respectiv 3,4 m la 2,77 m.

Frecvenţele de lucru repartizate staţiilor UUS din ţara noastră sînt date în tabelul 6.

Toate emiţătoarele UUS destinate radiodifuziunii lucrează cu modulaţie de frecvenţă, fiind admisă o deviaţie maximă de 75 kHz.

Tabelul 6

f [MHz]	λ [m]	Localitatea	f [MHz]	λ [m]	Localitatea
65,96	4,54	Zalău	70,64	4,246	Deva
66,17	4,53	Piatra-N.	71,00	4,225	Oradea I
66,74	4,49	Brașov II	71,18	4,21	Constanța
67,25	4,46	Rîmnicu-Vîlcea	71,72	4,182	Arad
67,25	4,46	Sibiu	71,84	4,175	Iași
67,34	4,45	Vișeu	71,90	4,172	Novaci
67,79	4,42	Tulcea	72,08	4,162	București
67,88	4,41	Focșani	72,20	4,155	Cîmpulung
68,36	4,38	București	72,32	4,148	Bîrlad
69,29	4,32	Iași	72,36	4,145	Reșița
69,35	4,32	Sibiu	72,62	4,131	Zalău
69,35	4,32	București	72,74	4,124	Drobeta-Turnu Sev.
69,65	4,307	Timișoara	72,74	4,124	Cluj
69,74	4,301	Bistrița	72,80	4,120	Petroșani
70,01	4,285	Constanța II	72,98	4,110	Suceava
70,61	4,248	Suceava	—	—	—

În ceea ce privește formarea semnalului stereofonic, semnal ce va modula frecvența purtătoare radio, acesta trebuie să îndeplinească o serie de condiții legate în special de ceea ce numim distorsiuni.

Din motive de compatibiltate a radioreceptoarelor stereo cu cele mono, în sistemul actual de radioemisie stereofonică nu se transmite semnalul de la microfonul din stînga (L) separat de semnalul de la microfonul din dreapta (R), ci se transmite simultan suma și diferența acestor semnale adică:

$$M = L + R \text{ și } S = L - R$$

unde diferența S este denumită și componentă stereo auxiliară.

De aici se observă că semnalul sumă conține informațiile simultane ale celor două microfoane concentrate într-un singur canal, ceea ce ar fi similar unei transmisii monofonice. Acest procedeu permite ca în punctul de recepție — dacă nu se dispune de adaptor pentru recepția stereo — recepția să poată avea loc în condiții normale cu un radioreceptor mono. De asemenea, cînd emițătorul stereo nu are program de transmisie în stereo, atunci el emite numai spectrul L + R.

În timpul emisiunii stereo, semnalul diferență S = L — R se transmite o dată cu semnalul sumă, însă el este translatat ca frecvență în continuarea primului. În acest scop se folosește modularea unei frecvențe subpurtătoare

$f_s = 38$ kHz cu diferența S = L — R, proces în urma căruia se obțin benzile laterale:

$$BL_i = f_s + (L - R); \quad BL_s = f_s - (L - R)$$

subpurtătoarea f_s fiind suprimată.

În locul frecvenței f_s se introduce frecvența f_p numită frecvență pilot care are valoarea:

$$f_p = \frac{f_s}{2} = \frac{38}{2} = 19 \text{ kHz}$$

și care, așa după cum vom vedea, este folosită la recepție pentru procesul de demodulare.

Dispunînd pe o axă frecvențele acestor semnale se obține desenul din figura 43. Acest semnal se numește semnal multiplex cu frecvență pilot și reprezintă de fapt semnalul modulator al frecvenței de emisie al stației UUS.

Acest procedeu de formare a semnalului stereo, inițiat de laboratoarele Zenith Radio Corporation, a fost adoptat de majoritatea țărilor, printre care și țara noastră. Urmărind dispunerea frecvențelor pe desenul din figura 43 se observă că semnalul sumă M ocupă un spectru de la 30 Hz la 15 kHz. Semnalul diferență S, prin modularea cu $f_s' = 38$ kHz se întinde între 23 kHz (38 kHz — 15 kHz) și 53 kHz (38 kHz + 15 kHz). Rezultă așadar că acest semnal multiplex ocupă un spectru de peste trei ori față de semnalul monofonic. În punctul de emisie al semnalului stereo au loc în principiu două procese distincte: 1) formarea semnalului multiplex, operație ce poartă și numele de codare; 2) modularea în frecvență a purtătoarei de radiofrecvență cu acest semnal multiplex și transmiterea acesteia în spațiu.

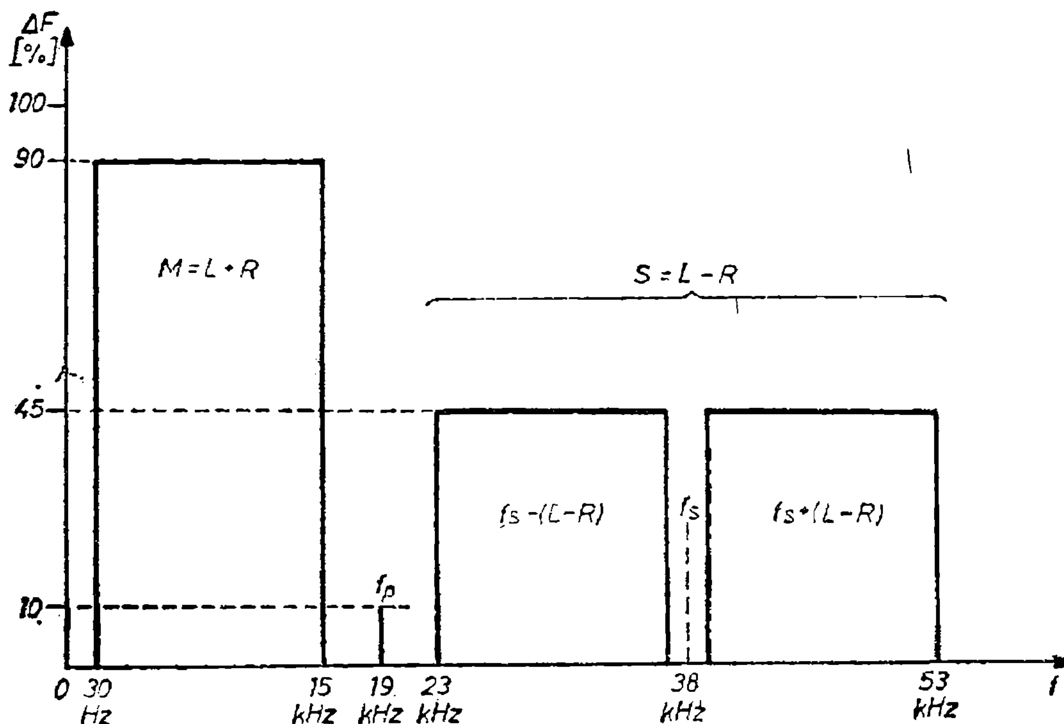


Fig. 43

În punctul de recepţie vom avea evident tot două procese distincte dar desfăşurate în sens invers şi anume: 1) recepţionarea semnalului de radiofrecvenţă şi demodularea lui în scopul obţinerii semnalului multiplex; 2) decodarea semnalului multiplex, respectiv extragerea din el, simultan, a canalelor L şi R.

În ceea ce priveşte primul proces, respectiv recepţionarea şi demodularea semnalului radio, acesta se desfăşoară în radioreceptor după principiile cunoscute, indiferent dacă este vorba de semnal mono sau stereo şi indiferent dacă receptorul este echipat cu etaj de recepţie în stereofonie. Acest lucru pe de o parte uşurează mult construcţia şi reglajul receptorului stereo, iar, pe de altă parte, permite transformarea (echiparea) unui receptor mono în receptor stereo cu destulă uşurinţă.

În ceea ce priveşte cel de-al doilea proces şi anume *decodarea* semnalului multiplex, decodorul trebuie să efectueze următoarele operaţii: a) refacerea subpurtătoarei de 38 kHz din semnalul pilot de 19 kHz; b) obţinerea semnalului diferenţă (S) din semnalul care acoperă spectrul de la 23 Hz la 53 kHz; c) separarea semnalului sumă M; d) obţinerea căilor L şi R din semnalele S şi M.

După modul în care se realizează aceste operaţiuni, în literatura de specialitate şi în practică, vom întîlni următoarele tipuri de decodoare:

1) Decodor cu obţinerea directă a canalelor L şi R cu detecţia anvelopei.

2) Decodor cu separarea componentelor sumă (M) şi diferenţă (S) cu detecţia anvelopei.

3) Decodor cu separarea componentelor sumă (M) şi diferenţă (S) cu demodulare prin comutator cu diviziune în timp.

4) Decodor cu obţinerea directă a canalelor L şi R, cu demodulare prin comutator cu diviziune în timp.

În radioreceptoarele produse în ţara noastră şi care au decodor stereo se foloseşte ultima metodă, realizată fie cu tranzistoare şi circuite acordate LC (cazul radioreceptorului Bucur), fie cu un circuit integrat specializat cunoscut sub denumirea de „decodor stereo βA 758".

În cele ce urmează, prezentăm construcţia unui adaptor stereo cu βA 758.

ADAPTOR STEREO CU βA 758

Circuitul integrat βA 758, fabricat de IPRS-Băneasa, este un circuit monolitic destinat decodării semnalului multiplex stereo în aparatele radio, echipate cu gamă UUS-MF. Acest circuit integrat este specializat numai pentru funcţia de decodor stereo, iar folosirea lui oferă o serie de avantaje ca: schemă de montaj extrem de simplă; pentru funcţionare nu necesită circuite acordate; realizează a u t o m a t comutarea mono-stereo; permite montarea unui indicator vizual mono-stereo; are încorporat un stabilizator de tensiune; asigură separarea canalelor L şi R cu o atenuare de 45 dB; poate fi adaptat la orice radioreceptor care are prevăzută şi gama de UUS lucrînd în modulaţie de frecvenţă (MF); este caracterizat printr-o bună stabilitate în funcţionarea, are un gabarit redus şi un preţ de cost mic.

Circuitul este realizat într-o capsulă TO 117 din material plastic şi are un număr de 16 terminale (DIL).

Destinaţia fiecărui terminal este: *1* — Intrare semnal stereo-multiplex; *2* — Ieşirea amplificatorului de intrare; *3* — dezaccentuare stînga; *4* — Ieşire canal stînga (L); *5* — Ieşire canal dreapta (R); *6* — Dezaccentuare dreapta; *7* — Comanda becului indicator mono-stereo; *8* — Masa; *9* — Filtru pentru comutatorul de mod; *10* — Filtru pentru comutatorul de mod; *11* — Ieşire semnal de test de 19 kHz; *12* — Intrarea detectorului sensibil la fază. *13* — Filtru RC din circuitul *PLL* (Phase Locked Loop); *14* — Filtru RC din circuitul *PLL*; *15* — Circuit RC a *OCT* (oscilator comandat în tensiune) care permite reglajul frecvenţei de 19 kHz; *16* — Punct de aplicare a plusului tensiunii de alimentare ($+V_{cc}$).

Circuitul integrat βA 758 cuprinde peste 140 tranzistoare şi diode şi un număr de 134 rezistoare.

Principalele caracteristici electrice ale circuitului, extrase din fila de catalog a produsului, sînt următoarele:

- Tensiunea de alimentare maximă: + 16 V.
- Tensiunea pe terminalul de comandă al becului (bec stins); + 16V.
- Curentul de alimentare cu becul stins: max. 35 mA (mediu 26 mA).
- Curentul maxim de comandă al becului conectat la terminalul *7*: 100 mA.
- Tensiunea maximă pe terminalul de comandă (7) a becului indicator (cu $I_7 = 50$ mA): 1,8 V.
- Nivelul semnalului pilot cînd becul se stinge: minim 2 mV (mediu 7 mV).
- Nivelul semnalului pilot cînd becul se aprinde: max. 20 mV.
- Atenuarea de separare a canalelor: 45 dB.
- Nivelul de intrare a semnalului multiplex pentru distorsiuni armonice de 0,4%: 600 mV.
- Puterea maximă disipată: 600 mW.
- Balansul canalelor $\left(20 \log \frac{V_L}{V_R}\right)$ este: 0,3 dB.
- Gama temperaturii de funcţionare: 0 + 70°C.

Schema bloc a decodorului stereo βA 758 şi configuraţia terminalelor este dată în figura 44.

În afară de bornele necesare cuplării semnalului de intrare, a celor necesare extragerii celor două canale de ieşire (L — R) a cuplării sursei de alimentare circuitul are restul de terminale destinate conectării în special a unor filtre tip RC, necesare unei funcţionări cît mai corecte.

Semnalul stereo multiplex obţinut de la detectorul MF al radiorecepto-rului UUS, se introduce printr-un capacitor de 2 ÷ 10 microfarazi la terminalul 1. După trecerea prin blocul A (amplificator), semnalul multiplex cu amplificarea $a = 1$ este dirijat către blocul notat „decodor stereo", iar altă parte a semnalului, cu amplificare egală cu $a = 3$, este dirijată către terminalul *2*. Rezistenţa de intrare văzută la terminalul *1*, deci la intrare, are o valoare în jur de 35 kΩ.

De la terminalul *2* semnalul trebuie introdus printr-un capacitor de 33 nF la terminalul *12*, respectiv la intrarea în blocurile *„detector sensibil la fază"* şi *„detector de amplitudine"*.

Decodorul βA 758 conţine un lanţ special de blocuri care au rolul de a reface frecvenţa de 38 kHz necesară demodulării părţii S = L — R din compunerea semnalului multiplex. Acest lanţ se compune dintr-un oscilator comandat în tensiune (*OCT*), avînd frecvenţa $f_{OCT} = 4\,f_p$ adică 19 kHz × 4 =

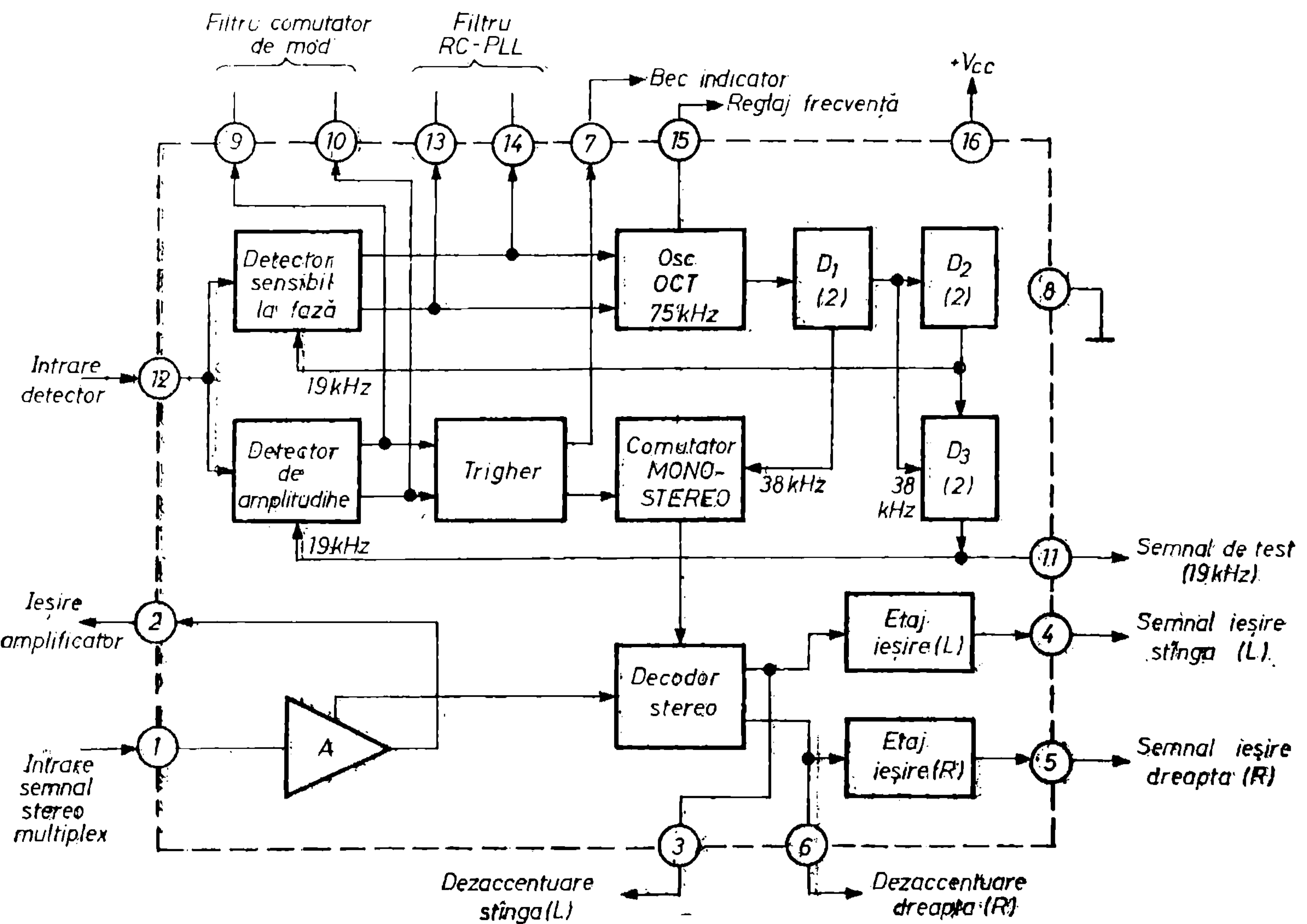

Filtru comutator de mod
Filtru RC-PLL
Bec indicator
Reglaj frecvență
+Vcc
Intrare detector
Detector sensibil la fază
Detector de amplitudine
19 kHz
19 kHz
Trigher
Osc. OCT 75 kHz
D_1 (2)
D_2 (2)
D_3 (2)
Comutator MONO-STEREO
38 kHz
38 kHz
Semnal de test (19 kHz)
Ieșire amplificator
A
Intrare semnal stereo multiplex
Decodor stereo
Etaj ieșire (L)
Etaj ieșire (R)
Semnal ieșire stînga (L)
Semnal ieșire dreapta (R)
Dezaccentuare stînga (L)
Dezaccentuare dreapta (R)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Fig. 44

= 76 kHz, două divizoare de frecvență cu 2 (D_1 care asigură 38 kHz și D_2 care asigură 19 kHz) și un detector sensibil la fază care, printr-un circuit cu buclă cu calare de fază (*PLL*), duce la refacerea semnalului pilot avînd aceeași fază cu semnalul pilot emis. De aici rezultă rolul detectorului blocului „detector sensibil la fază", care este acela de a corecta și deci a asigura corelarea în permanență între valoarea frecvenței pilot de 19 kHz primită de la emițătorul radio și aflată în componența semnalului multiplex, cu frecvența produsă de un oscilator local *OCT*.

La ieșirea din acest bloc se obține o tensiune continuă proporțională cu defazajul ce apare între frecvența pilot a emițătorului și frecvența locală de 19 kHz, tensiune care se aplică *OCT*, corectînd frecvența acestuia pînă cînd se obține $f_{OCT} = 4\ f_p$, operație denumită și „calarea" *OCT* pe frecvența semnalului pilot.

De reținut că semnalul de la ieșirea lui D_1, cel de 38 kHz, este în fază cu semnalul pilot emis.

Oscilatorul de 76 kHz este realizat sub forma unui circuit basculant astabil, care în absența curentului de control dat de *DSF* oscilează pe o frecvență determinată de elementele exterioare care se conectează la terminalul *15*, respectiv un capacitor de 390 pF în paralel cu un rezistor de 24,3 k Ω (practic se folosește un rezistor de 22 kΩ înseriat cu un potențiometru semireglabil de 5 kΩ).

O creștere a tensiunii de comandă aplicată la intrarea oscilatorului duce la micșorarea frecvenței generate și invers. Ca valori practice, literatura de specialitate arată că pentru o variație a tensiunii de comandă cu ± 2 mV se obține o variație a curentului de comandă cu $\pm$ 1,2 μA și o variație a oscilațiilor de ∓ 760 Hz.

Comutatorul de mod mono-stereo din compunerea integratului βA 758 efectuează întreruperea automată a funcționării „blocului decodor stereo" în lipsa semnalului multiplex stereo sau atunci cînd acesta are o valoare mai mică decît valoarea de prag.

Acest comutator primește semnalul de comandă de la un trigher, iar acesta la rîndul lui primește semnalul de acționare de la blocul „detector de amplitudine" (*DA*) a semnalului pilot.

Acest bloc detector, realizat sub forma unui montaj sensibil la fază cu comutare în curent, primește la o intrare, așa după cum se vede din schema bloc, semnalul multiplex amplificat, iar la cealaltă intrare, semnalul de referință de 19 kHz, sub formă de unde dreptunghiulare în sincronism și în fază cu semnalul pilot.

La ieșirea detectorului *DA* se obține o tensiune continuă, proporțională cu amplitudinea semnalului pilot, care este aplicată apoi la intrarea blocului notat „trigher". În cazul în care, această tensiune continuă depășește tensiunea de prag a trigherului, acesta își schimbă starea (comută) și comandă astfel comutatorul mono-stereo în poziția de lucru „stereo". Totodată, de la altă ieșire a trigherului se asigură circuitul de aprindere a becului indicator, care trebuie conectat între terminalul *7* și $+V_{cc}$.

Cînd tensiunea continuă de la ieșirea *DA* scade sub pragul de acționare a trigherului, acesta revine în starea de repaus, acționînd în același timp și asupra comutatorului de mod de lucru care este trecut în poziția „mono". De asemenea, circuitul becului indicator se întrerupe, becul pentru acest mod de lucru rămînînd stins. Nivelele tipice, exprimate în valori eficace ale semnalului pilot, pentru care trigherul este acționat, sînt pentru pragul de comutare

în mod „stereo" $V_{ps} = 15$ mV, iar pragul pentru care trigherul „cade", respectiv comută, pe modul „mono" este de $V_{pm} = 7$ mV.

Se remarcă existența unui histerezis, definit ca diferența dintre cele două praguri ($H = V_{ps} - V_{pm}$) şi care în cazul de față are valoarea de 8 mV, valoare suficientă ca circuitul să lucreze corect, fără întreruperi ale recepției stereofonice, atunci cînd au loc fluctuații ale semnalului de intrare.

Blocul „decodor stereo" (*DS*) este constituit din mai multe perechi de tranzistoare înseriate, în care perechile comandate de tensiunea subpurtătoare de 38 kHz lucrează drept comutatoare de curent.

La o intrare a acestui bloc se aplică semnalul multiplex, iar la cealaltă frecvența subpurtătoarei refăcute (38 kHz).

La ieşirea din decodor se obțin semnalele celor două canale L şi R care înainte de a fi conduse la terminalele de ieșire *4* şi *5* sînt trecute prin cîte un amplificator cu ieşire tip repetor.

Cînd se recepționează în mono, circuitul *DS* se comportă ca un amplificator cu $A = 1$, semnalul audio mono cules fiind acelaşi atît la ieşirea L de la terminalul *4*, cît şi la ieşirea R de la terminalul *5*.

La terminalele *3* şi *6* se conectează cîte un filtru de dezaccentuare tip RC format dintr-un capacitor de circa 22 nF în derivație cu un rezistor de circa 3,9 kΩ, avînd rolul de a tăia componentele ultrasonore.

Circuitul decodor βA 758 se poate folosi atît pentru realizarea unui radioreceptor de sine stătător, echipat de la început cu posibilitatea recepționării stereo, cît şi ca adaptor pentru radioreceptoarele prevăzute cu subgamă UUS-MF, dar fără echipament stereo.

În cele ce urmează prezentăm modul de folosire a decodorului βA 758 la radioreceptorul Gloria, produs de Tehnoton-Iaşi. Schema de conectare este dată în figura 45. Semnalul stereo multiplex se va prelua din radioreceptorul Gloria, după ieşirea din detectorul MF, respectiv înainte de intrarea în etajul amplificator de joasă frecvență.

Dacă urmărim acest circuit, în schema de principiu a radioreceptorului, vom găsi notată ieşirea din detectorul MF cu *x*, punctul de ieşire din placă cu *23*, semnalul multiplex ajungînd prin capacitorul notat în schemă cu C_{340}. De aici semnalul este dus la punctul *x* al comutatorului de subgame.

Urmărind de data aceasta în partea din stînga-jos aceeaşi schemă, vom găsi pentru segmentul de comutator care revine UUS, contactele 4b — 5b — 6b.

Firul *x* care ne interesează este conectat la contactul 6b.

Pentru a ajunge la acest contact se va scoate cutia radioreceptorului şi se va aşeza şasiul pe o masă aşa fel ca difuzorul să fie cu membrana în sus, către operator. Privind comutatorul de subgame se va constata că segmentul corespunzător butonului notat pe scală cu UUS este tocmai primul segment din dreapta. Pe acest segment, vom observa două rînduri verticale de contacte grupate cîte trei. Rîndul vertical de contacte „b" este cel din stînga. Grupul 4b — 5b — 6b este cel din mijloc, contactul 6b fiind cel de jos, aşa după cum se arată şi în figura 45.

Ca un fier de lipit cu vîrf cît mai mic se va dezlipi firul care este conectat la punctul 6b.

Între acest fir şi masă avem disponibil semnalul audio al stației UUS recepționate.

Pentru a lucra cu aparatul, avînd cutia montată la loc, firul de la „6b" se poate fixa la o bucşă fixată pe şaşiu şi la care accesul din afară să fie cît mai comod. Firul de masă se va prelua din cablul tresă ce constituie masa capacitorului variabil de acord.

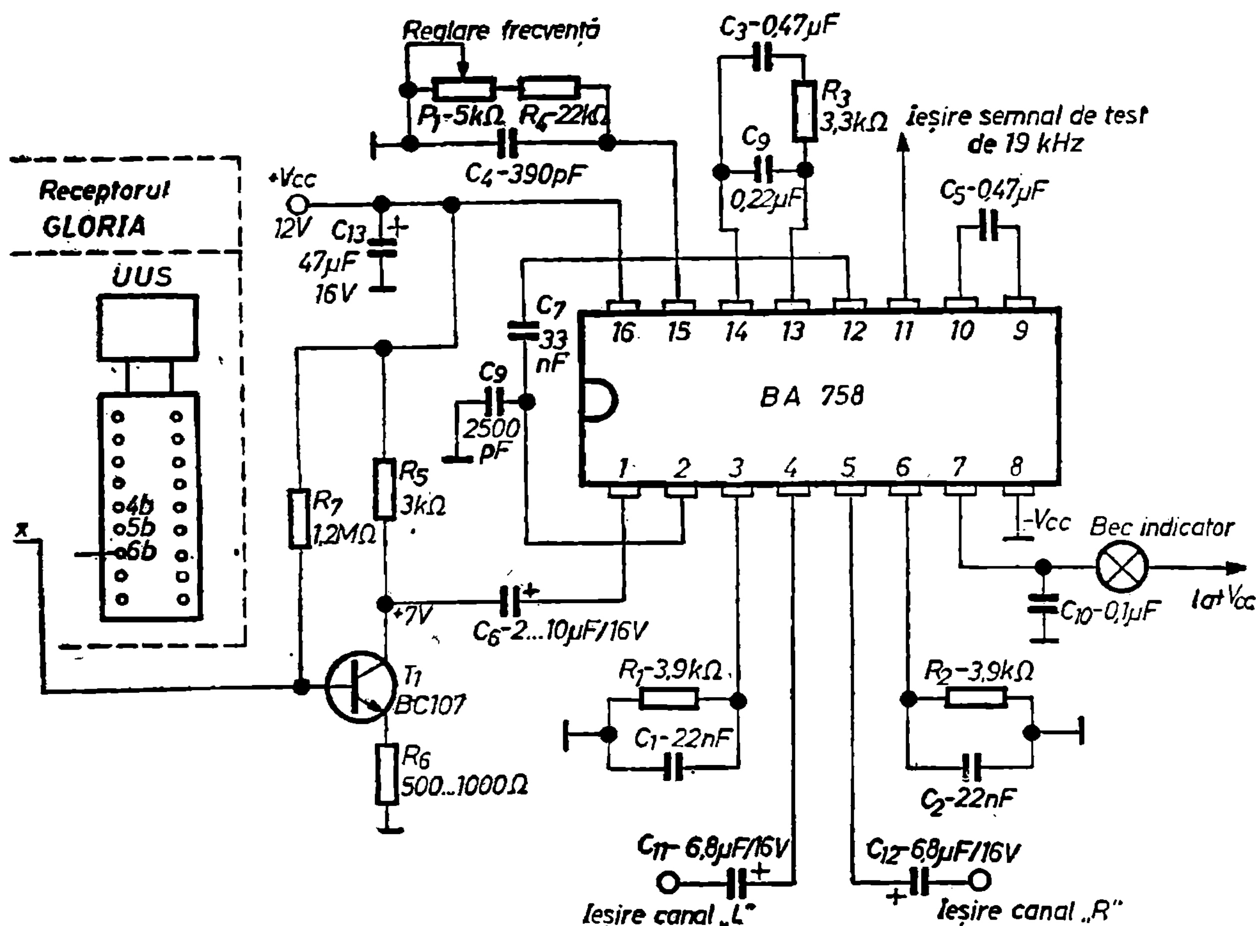


Fig. 45

Semnalul astfel cules se introduce în baza tranzistorului T_1 montat ca amplificator în clasă A. După amplificare, semnalul este condus prin C_6 la intrarea *1* a decodorului βA 758. Tot la acest circuit se vor conecta şi restul de componente indicate în schemă şi care au rolul indicat mai înainte. Ca bec indicator se va folosi un bec tip „baionetă" de 24 V/0,05 A.

În acelaşi scop se poate folosi şi o diodă LED, dar care va fi conectată în locul becului, înseriată cu un rezistor de 800 Ω.

Pentru semnalele de ieşire R şi L se vor folosi capacitoarele C_{11} şi C_{12}, care pot avea valori cuprinse între 4,7 µF la 10 µF şi tensiune de lucru mai mare de 12 V.

Tensiunea semnalului de ieşire pentru fiecare canal este de maximum 0,5 V. Pentru a putea fi ascultate, se va folosi cîte un amplificator audio pentru fiecare canal, amplificator care va trebui să aibă o sensibilitate de 0,1 V. Terminalul *11* va rămîne neconectat. El poate fi folosit pentru verificarea semnalului de test de 19 kHz atunci cînd se dispune de un oscilograf sau un frecvenţmetru. La această ieşire se va măsura o frecvenţă de 19 kHz, cu o tensiune de circa 8 V, avînd forma de undă dreptunghiulară, cu factor de umplere de 1/2. Dacă semnalul nu are frecvenţa necesară, atunci se va roti uşor potenţiometrul P_1, pînă la obţinerea valorii impuse. În cazul în care

nu se dispune de instrumente de control, reglajul lui P_1 se face urmărind o audiție fără distorsiuni, concomitent cu aprinderea becului indicator.

Pentru alimentarea schemei se va folosi o tensiune de 12 V bine filtrată. Din această tensiune se va alimenta și becul indicator și tranzistorul T_1.

Verificarea funcționării montajului se face în momentul cînd stația UUS recepționată emite în stereo. Ne putem informa despre acest lucru consultînd în „Teleradio" emisiunile programului 3, unde sînt specificate orele de lucru în stereo.

În momentul trecerii stației de emisie pe stereo, va trebui ca becul indicator să se aprindă. Pentru a fi siguri că recepționăm programul 3 este de dorit ca înainte de începerea emisiunii în stereo să cuplăm aparatul și să ne acordăm bine pe frecvența de lucru emisă; ca să fim cît mai siguri că sîntem acordați pe stația UUS care ne interesează vom urmări tot din programul radio, dacă conținutul emisiunii recepționate, corespunde cu programul anunțat.

Cînd emisiunea stereo încetează, becul indicator se va stinge. De asemenea, cînd ne deplasăm cu acordul pe alte stații UUS, dar care nu emit în stereo, becul indicator va sta stins.

Se recomandă ca înainte de a cupla tensiunea de alimentare la montajul realizat să controlăm încă o dată exactitatea conexiunilor, deoarece simpla inversare a bornelor de alimentare poate duce la distrugerea integratului.

Funcție de dorința și posibilitățile constructorului acestui montaj, locul de amplasare al adaptorului stereo poate diferi de la caz la caz. Astfel el poate constitui un montaj de sine stătător, poate fi amplasat în interiorul amplificatorului stereo sau chiar în interiorul radioreceptorului.

Urmărind modul de cuplare al adaptorului pentru radioreceptorul Gloria, se pot adapta aceluiași scop și alte tipuri de radioreceptoare.

CONVERTOR UIF-FIF

Emisiunile stațiilor de televiziune (TV) au loc după norme stabilite prin convenții internaționale și diferențiate pe zone ale globului. Astfel, vom întîlni norma japoneză, norma australiană, norma neozeelandeză, norma americană sau normele europene OIRT și CCIR.

În ceea ce privește țara noastră, norma la care s-a aderat este OIRT, normă din care fac parte toate țările socialiste europene și asiatice.

Norma OIRT este împărțită în cinci benzi de frecvență notate I—V, fiecare bandă avînd un număr variat de canale.

Caracteristicile acestor canale, conform normelor OIRT sînt date în tabelul 7.

Canalele aparținînd benzilor I, II și III fac parte din gama de unde metrice (1,3 6,25 m) numită FIF (Foarte Înalte Frecvențe) și cuprinde un număr de 12 canale, notate 1 12

Canalele aparținînd benzilor IV și V sînt situate în domeniul undelor centimetrice (34 64 cm) și aparțin gamei de unde numită UIF (Ultra Înalte Frecvențe).

Mai pot fi întîlnite și notațiile FFI (Frecvențe Foarte Înalte) sau VHF (Very High Frecquency) și respectiv FUI (Frecvențe Ultra Înalte) sau UHF (Ultra High Frecquency).

Ca istoric, frecvența benzilor I și II OIRT a fost repartizată în anul 1946, în anii ce au urmat realizîndu-se receptoare de televiziune prevăzute cu selector de canale numai pentru canalele aparținînd acestor benzi, respectiv

Tabelul 7

Banda	*Canal*	*Lăţimea canalului* [*MHz*]	*f imagine* [*MHz*]	*f sunet* [*MHz*]	λ *mediu* [*metri*]
1	2	3	4	5	6
Banda I	1	48,5— 56,5	49,75	56,25	5,72
(FIF)	2	58,0— 66,0	59,25	65,75	4,84
Banda II	3	76,0— 84,0	77,25	83,75	3,75
	4	84,0— 92,0	85,25	91,75	3,41
(FIF)	5	92,0—100,0	93,25	99,75	3,13
	6	174,0—182,0	175,25	181,75	1,684
Banda III	7	182,0—190,0	183,25	189,75	1,611
	8	190,0—198,0	191,25	197,75	1,545
(FIF)	9	198,0—206,0	199,25	205,75	1,485
	10	206,0—214,0	207,25	213,75	1,428
	11	214,0—222,0	215,25	221,75	1,375
	12	222,0—230,0	223,25	229,75	1,326
	21	470,0—478,0	471,25	477,75	0,633
	22	478,0—486,0	479,25	485,75	0,623
Banda IV	23	486,0—494,0	487,25	493,75	0,613
(UIF)	24	494,0—502,0	495,25	501,75	0,602
	25	502,0—510,0	503,25	509,25	0,593
	26	510,0—518,0	511,25	517,75	0,585
	27	518,0—526,0	519,25	525,75	0,575
	28	526,0—534,0	527,25	533,75	0,567
	29	534,0—542,0	535,25	541,75	0,558
	30	542,0—550,0	548,25	549,75	0,550
	31	550,0—558,0	551,25	557,75	0,542
	32	558,0—566,0	559,25	565,75	0,534
	33	566,0—574,0	567,25	573,75	0,527
	34	574,0—582,0	575,25	581,75	0,519
	35	582,0—590,0	583,25	589,75	0,513
	36	590,0—598,0	591,25	597,75	0,505
Banda V	37	598,0—606,0	599,25	605,75	0,498
(UIF)	38	606,0—614,0	607,25	613,75	0,492
	39	614,0—622,0	615,25	621,75	0,485
	40	622,0—630,0	623,25	629,75	0,479
	41	630,0—638,0	631,25	637,75	0,474
	42	638,0—646,0	639,25	645,75	0,467
	43	646,0—654,0	647,25	653,75	0,461
	44	654,0—662,0	655,25	661,75	0,456
	45	662,0—670,0	663,25	669,75	0,450
	46	670,0—678,0	671,25	677,75	0,445
	47	678,0—686,0	679,25	685,75	0,440
	48	686,0—694,0	687,25	693,75	0,435
	49	694,0—702,0	695,25	701,75	0,430

Tabelul 8 (continuare)

1	2	3	4	5	6
	50	702,0–710,0	703,25	708,75	0,425
	51	710,0–718,0	711,25	717,75	0,421
	52	718,0–726,0	719,25	725,75	0,415
	53	726,0–734,0	727,25	733,75	0,411
	54	734,0–742,0	735,25	741,75	0,407
	55	742,0–750,0	742,25	749,75	0,402
	56	750,0–758,0	751,25	757,75	0,398
	57	758,0–766,0	759,25	775,75	0,394
	58	766,0–774,0	767,25	733,75	0,390
	59	774,0–782,0	775,25	781,75	0,386
	60	782,0–790,0	783,25	789,75	0,381
	61	790,0–798,0	791,25	797,75	0,377
	62	798,0–806,0	799,25	805,75	0,373
	63	806,0–814,0	807,25	813,75	0,369
	64	814,0–822,0	815,25	821,75	0,365
	65	822,0–830,0	823,25	829,75	0,361
	66	830,0–838,0	831,25	837,75	0,357
	67	838,0–846,0	839,25	845,75	0,356
	68	846,0–854,0	847,25	853,75	0,353
	69	854,0–862,0	855,25	861,75	0,350
	70	862,0–870,0	863,25	869,75	0,347
	71	870,0–878,0	871,25	877,75	0,341
	72	878,0–886,0	879,25	885,75	0,338

canalele 1 — 5. În țara noastră, pînă prin anii 1960, au existat numai receptoare TV cu cinci canale ca, de exemplu, tipurile Temp-2, Record etc.

S-au construit apoi televizoare avînd și banda III, adică cuprinzînd toate cele 12 canale ale gamei FIF.

Începînd cu deceniul al 8-lea, s-a trecut la echiparea televizoarelor cu selectoare avînd 60 canale, adică conținînd și benzile IV și V.

Ca atare, în prezent mai sînt mulți posesori de receptoare TV echipate cu primele 2 sau 3 benzi și care nu pot deci recepționa direct benzile IV și V.

În scopul folosirii televizoarelor mai vechi și pentru recepția în banda UIF, mulți electroniști amatori au realizat așa-numitul convertor UIF-FIF.

Practic, acest convertor reprezintă un dispozitiv tranzistorizat, care recepționează un canal din UIF și îl transformă apoi într-un canal din banda FIF, păstrînd nedistorsionate atît semnalele aparținînd imaginii, cît și cele aparținînd sunetului. Convertorul se prezintă ca o mică cutie confecționată din tablă, la care se cuplează ca intrări cablul coaxial ce vine de la antena exterioară și sursa de alimentare, iar ca ieșire există un cablu coaxial cu mufă și care se cuplează la borna de antenă a televizorului.

Schemele cele mai răspîndite de asemenea convertoare sînt de două tipuri: cu autooscilator și cu oscilator separat.

Schemele cu etaj autooscilator pot fi realizate cu un singur tranzistor sau cu două tranzistoare și au ca dezavantaj faptul că sînt mai greu de pus la punct, sînt mai nestabile în funcționare, au radiație parazită mare în antenă. Schemele cu etaj oscilator separat sînt realizate de regulă cu trei tranzistoare

și au marele avantaj că sînt stabile în funcționare, pot fi reglate cu ușurință și nu necesită materiale greu de procurat. Pentru acest motiv am ales spre prezentare, în figura 46 o schemă de convertor cu oscilator separat, schemă verificată de mulți radioconstructori amatori pentru rezultatele bune pe care le oferă.

Ca etaje componente schema cuprinde: un etaj amplificator de intrare, realizat cu tranzistorul de înaltă frecvență T_1, un etaj oscilator realizat cu tranzistorul T_2 și etajul de amestec realizat cu T_3.

Valorile componentelor din schemă sînt date pentru un semnal UIF ce pătrunde în antenă, situat între canalele 30 ... 40 și pentru un semnal de ieșire TV pentru canalul 2 (58 ... 66 MHz).

Alimentarea se face de la o tensiune de 4,5 ... 5 V, cu plusul la masă și obținută de la un redresor sau de la un grup de baterii, consumul de curent al convertorului fiind de circa 6 mA.

Semnalul cules de antena de recepție este introdus prin intermediul unui cablu coaxial la intrarea grupului C_1 — C_2 — L_1 care formează un filtru tip „trece sus". Acest filtru lasă să treacă mai departe toate semnalele superioare frecvenței de 450 MHz semnalele inferioare acestei frecvențe fiind puternic atenuate.

Din filtru, semnalul „f_s" este introdus în emitorul tranzistorului T_1, care lucrează ca amplificator în montaj „bază comună", baza fiind conectată din punct de vedere alternativ la masă, prin intermediul capacitorului C_4. Polarizarea bazei este obținută prin grupul R_2 — R_3.

Rezistorul din emitor, R_1, este cuplat la minusul sursei de alimentare, care așa după cum se vede din schemă este izolat față de masă, capacitorul C_4, avînd rol de filtru.

În colectorul tranzistorului amplificator T_1 se află ca sarcină circuitul format din L_2 înseriat cu L_3, dar necuplate inductiv. În paralel cu L_2, tot ca sarcină a tranzistorului T_1, se află intrarea tranzistorului T_3 cuplată prin capacitorul C_{10}.

De reținut deci că semnalul UIF amplificat de T_1 este introdus prin C_{10} în emitorul tranzistorului T_3 montat ca etaj de amestec.

Baza acestui tranzistor este cuplată din punct de vedere alternativ la masă prin intermediul lui C_{13}, iar tensiunea de polarizare este asigurată de rezistoarele R_8 — R_9.

Tot pe emitorul lui T_3 este introdusă — prin intermediul lui C_{11} — și frecvența „f_h" generată de oscilatorul realizat cu T_2. Acesta lucrează tot în montaj bază comună, frecvența oscilațiilor fiind determinată în principal de L_4 — C_9, precum și de celelalte capacități, inclusiv cele parazite aflate în derivație pe circuitul oscilant.

Pentru a păstra poziția purtătoarelor f_i și f_s transpuse în noul canal din FIF, frecvența oscilatorului f_h este mai mică decît frecvența f_s.

În tranzistorul T_3 are loc procesul de mixare a celor două frecvențe, proces din care rezultă o serie întreagă de componente, printre care și diferența $f_m = f_s - f_h$.

În cazul nostru, f_m reprezintă frecvența de lucru a canalului 2 din banda I.

Frecvența f_m este selectată dintre celelalte combinații cu ajutorul filtrului de bandă format din circuitul derivație C_{14} — L_5 — L_6 și circuitul serie L_7 — C_{15}. Filtrul are ca sarcină rezistorul R_{10}, precum și impedanța de intrare a receptorului de televiziune.

Cuplajul între convertor și borna de antenă a receptorului TV se face cu ajutorul unui cablu terminat cu o fișă de antenă.

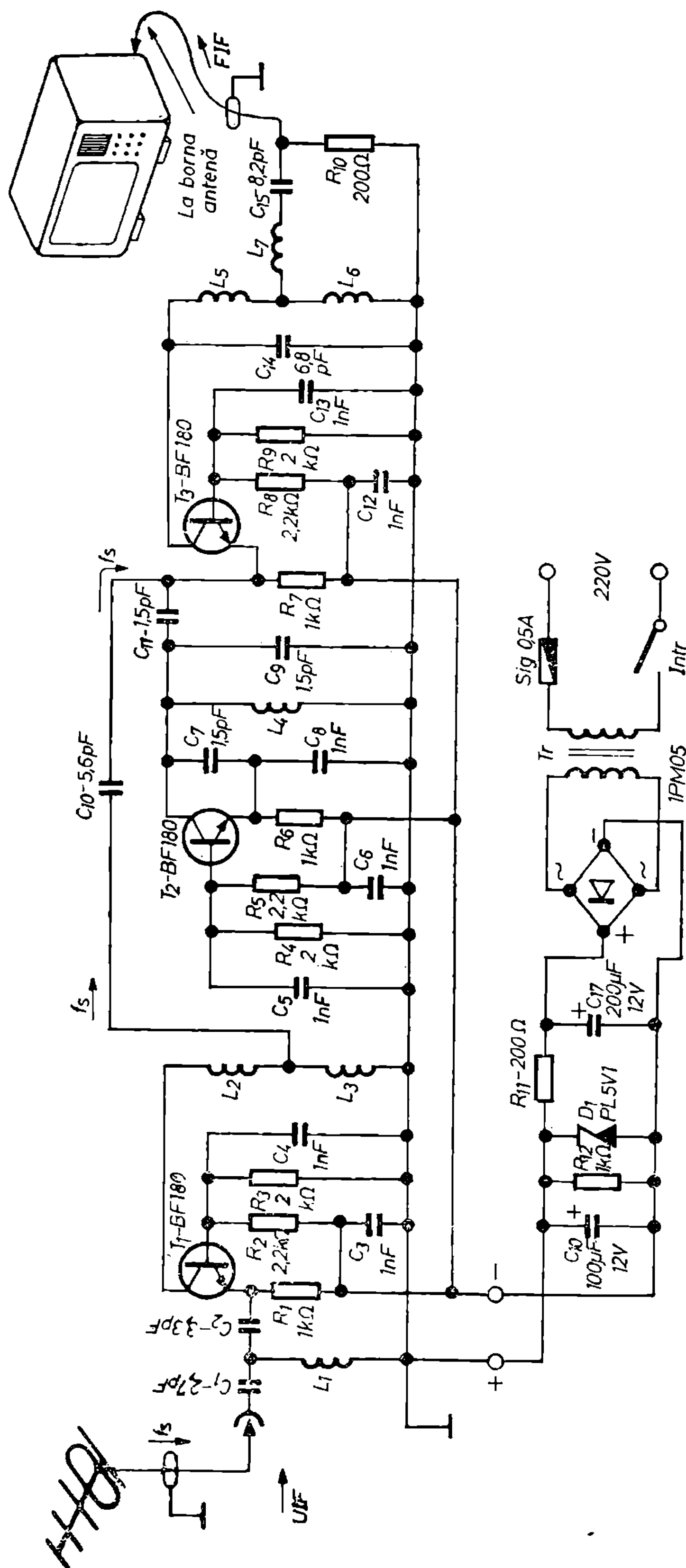

La borna antenă
FIF
C15-8,2pF
R10 200Ω
L7
L5
L6
C14 6,8 pF
C13 1nF
T3-BF180
R9 2 kΩ
R8 2,2kΩ
C12 1nF
fs
R7 1kΩ
C11-1,5pF
C9 1,5pF
L4
C7 1,5pF
C8 1nF
C10-5,6pF
T2-BF180
R6 1kΩ
C6 1nF
R5 2,2 kΩ
R4 2 kΩ
C5 1nF
L2
L3
T1-BF180
R3 2 kΩ
C4 1nF
R2 2,2kΩ
C3 1nF
R1 1kΩ
C2-3,3pF
C1-2,7pF
L1
UIF
Sig 0,5A
220V
Intr
Tr
1PM05
R11-200Ω
D1 PL5V1
R12 1kΩ
C17 200µF 12V
C16 100µF 12V

Fig. 46

Pentru o bună stabilitate în funcţionare, este necesar ca tensiunea de alimentare să aibă o valoare constantă. În cazul schemei de faţă se va folosi un redresor stabilizat cu o diodă Zener tip PL 5 V 1, care asigură la ieşire, o tensiune de lucru de 5 V.

Transformatorul *Tr. 1* va avea o secţiune de minim 3 cm². Pentru secundar se va bobina o înfăşurare care să asigure o tensiune alternativă de 7 V. Pe timpul reglării, pentru o obţine tensiunea de 5 V, rezistorul R_{11} poate fi modificat.

Convertorul va fi intodus într-o cutie din tablă de fier cositorit, groasă de 0,5 ... 0,8 mm. Cu rezultate bune poate fi folosită tablă recuperată de la cutiile de conserve.

Această cutie va conţine un număr de 7 compartimente obţinute prin folosirea de pereţi despărţitori confecţionaţi tot din aceeaşi tablă, aşa după cum se arată în figura 47.

Pereţii laterali de 55 × 20 mm vor fi prevăzuţi cu două margini perpendiculare de 2 mm înălţime şi care vor folosi pentru prinderea prin cositorire a celor doi pereţi cu dimensiunea de 90 × 20 mm. Terminalele elementelor componente ale schemei vor fi lipite cu cositor în poziţiile arătate în desenul din figura 47. Legătura între etaje sau cu exteriorul se face cu ajutorul trecerilor izolate. În cazul în care nu dispunem de asemenea treceri pe suport de sticlă sau ceramică, le putem confecţiona. Din aceeaşi tablă din care s-a confecţionat cutia se taie 10 mici dreptunghiuri, avînd dimensiunea de 5 × 11 mm. Folosind un ax cu diametrul de 3,5 mm se mulează pe acesta fiecare tăbliţă de 5 × 11 mm, realizîndu-se cîte un mic cilindru cu înălţimea de 5 mm şi diametrul de 3,5 mm.

În fiecare punct de trecere de pe pereţii cutiei va fi fixat şi cositorit cîte un asemenea cilindru. De reţinut că iniţial va trebui ca în pereţii respectivi

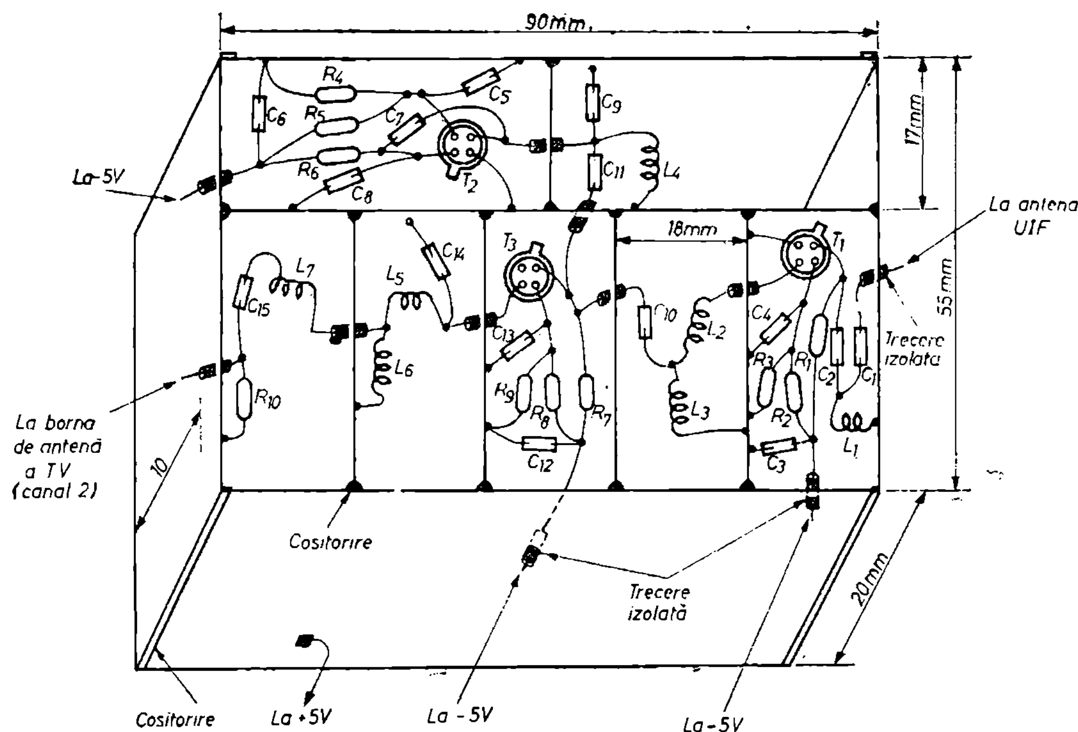


Fig. 47

să dăm cîte o gaură cu diametrul de 3,6 mm. Aceste găuri se vor da toate la jumătatea înălțimii cutiei adică la 10 mm de capacul de sus sau de cel de jos.

După terminarea acestei operații, în cilindrii de trecere se va introduce cîte o bucată (lungă de 7 mm) de tub izolant scos de la un cablu coaxial folosit curent la antenele TV.

Acest tub va fi tăiat în bucăți egale cu o lamă, după ce mai înainte a fost îndepărtată cămașa de protecție superioară precum și tresa de ecranare. În final prin fiecare tub izolant vom introduce, cît mai forțat, o bucată de sîrmă de cupru cu diametrul de 0,8 ... 1 mm și avînd o lungime de 10 mm. De aceste treceri vom conecta piesele montajului.

Se recomandă ca terminalele componentelor să fie cît mai scurte. Părțile care se leagă la masă (+ 5 V) se vor fixa tot prin cositorire de suprafața de tablă cea mai apropiată. Se va acorda o mare atenție acestor puncte de fixare, deoarece este posibil să apară așa-numitele lipituri reci. Cutia va fi prevăzută cu două capace confecționate din aceeași tablă și care se vor fixa tot prin cositorire.

Bobinele comutatorului pentru frecvențele de lucru amintite mai înainte se vor realiza în felul următor:

Bobina L_1 conține 2 spire, din sîrmă de cupru emailat, cu diametrul de 0,5 mm, bobinate pe un ax ajutător cu diametrul de 2,8 ... 3 mm.

Bobina L_2 conține 3,5 spire și va fi realizată la fel ca bobina L_1.

Bobina L_3 conține 5 spire și va fi realizată la fel ca bobina L_1.

Bobina L_4 are 2,5 spire și va fi realizată la fel ca bobina L_1. În compartimentul său, această bobină a oscilatorului va fi așezată așa fel ca axul său să fie perpendicular față de capacele cutiei.

Bobina L_5 are 10 spire și va fi realizată la fel ca bobina L_1.

Bobina L_6 are 9 spire și este realizată la fel ca L_1.

Bobina L_7 este identică cu bobina L_5.

Drept ax ajutător pentru realizarea bobinelor se va folosi partea cilindrică a unui burghiu.

După executarea tuturor conexiunilor și după o verificare atentă a respectării schemei, se va cupla alimentarea (5 V), care va trebui inițial măsurată. Cele trei puncte de cuplare a tensiunii — 5 V se vor uni între ele și se vor conecta la borna — 5 V a redresorului. Borna + 5 V se va cupla direct la masa cutiei. Curentul consumat de convertor va trebui să fie de circa 8 mA. Tensiunea măsurată la bornele rezistorului din emitorul tranzistoarelor va trebui să fie de 2,5 V.

Reglarea convertorului în lipsa aparaturii specializate de laborator (vobuloscop, GSS etc.) se va face urmărind imaginea pe ecranul receptorului de televiziune, atunci cînd stația UIF emite.

Pentru aceasta, ieșirea din convertor se cuplează prin cablu coaxial la borna de antenă a unui receptor de televiziune fixat pe canalul 2. La intrarea în convertor se cuplează cablul coaxial ce sosește de la antena Yagi a benzii UIF.

Se rotește lent acordul canalului 2 al receptorului TV pînă se obține o imagine bună.

Dacă semnalul recepționat nu este corespunzător, atunci se va trece mai întîi la reglajul acordului circuitului în care există bobina L_7.

Pentru aceasta, bobina L_7 se va deforma, respectiv se va mări distanța dintre spire sau va fi deplasată în interiorul compartimentului în care se află. Această operație se face cu ajutorul unei lamele sau șurubelnițe din material

plastic. Dacă nu se obțin rezultate mulțumitoare nici în acest caz, în interiorul bobinei L_7 se va introduce un mic miez de ferită. Se va regla apoi, în același mod, numai dacă este cazul, și bobina L_5 și L_6.

După terminarea acordului în partea care privește canalul 2, se va acționa și asupra bobinei L_2, iar pentru o mai bună încadrare în gamă se va acționa asupra bobinei L_4 aparținînd oscilatorului.

Toate aceste reglări se vor face cu capacul inferior fixat prin cositorire de cutie.

În momentul fixării capacului superior se va urmări dacă nu apar dezacorduri prea mari ale circuitelor, respectiv dacă nu se înrăutățește recepția. În cazul cînd apar asemenea situații se va repeta acordul din L_7 și apoi din restul bobinelor, urmărind să obținem o imagine bună în momentul punerii capacului. Redresorul convertorului se va realiza într-o cutie separată și va fi fixat la cîțiva centimetri de acesta.

Rezistoarele folosite vor fi de max. 0,25 W și cu o precizie de $\pm$ 5%... $\pm$ 10%.

Capacitoarele din circuitele acordate vor fi de tipul ceramic, cod CGA 12.

Antena folosită pentru recepția semnalului UIF va fi de tipul Yagi cu mai puține sau cu mai multe elemente, funcție de distanța față de emițător.

În cazul existenței în locul de recepție a unui semnal puternic se poate folosi un simplu dipol realizat sub forma unei bucle închise. Pentru zonele unde se poate recepționa canalul 34 prezentăm în figura 48 o antenă constituită dintr-o simplă buclă și o antenă cu doi reflectori.

Bucla de adaptare-simetrizare pentru ambele cazuri va fi de 170 cm.

De regulă lungimea acestei bucle de adaptare-simetrizare se poate calcula cu ajutorul relației:

$$l_{\text{buclă}} = \frac{150}{f} \times N_s$$

unde: $l_{\text{buclă}}$ — lungimea fizică, în metri, a cablului coaxial ce va constitui bucla de adaptare; f — frecvența centrală în MHz a canalului TV pentru care se construiește antena; N_s — factor de scurtare, care depinde de tipul cablului coaxial folosit.

Pentru cablurile coaxiale cu dielectric compact, folosite curent în construcția antenelor de TV, factorul $N_s = 0,66$.

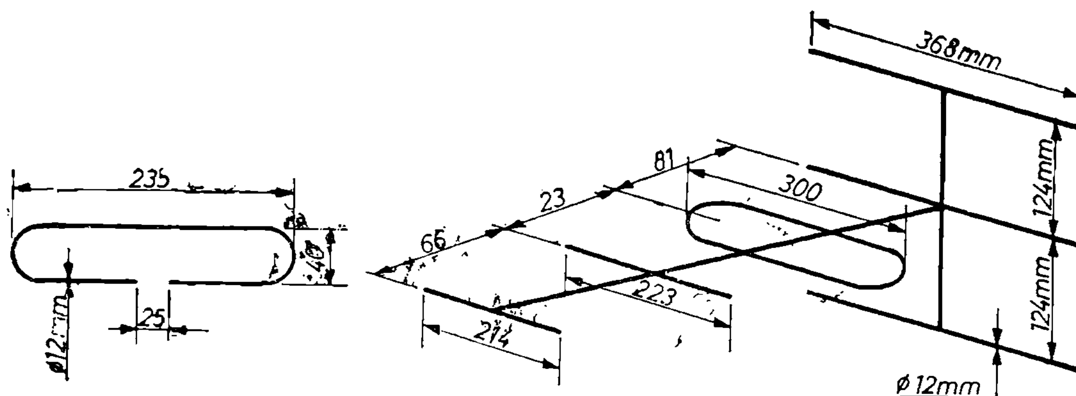


Fig. 48

VERIFICATOR PENTRU CRISTALE DE CUARȚ

Spre a constata rapid dacă un cristal de cuarț este în stare de funcționare sau nu, se poate folosi montajul prezentat în figura 49.

Este vorba de un oscilator tip Colpitts, în care cuarțul este introdus în circuitul de bază urmat de un etaj de semnalizare realizat cu o diodă LED.

În cazul în care cuarțul supus verificării este bun, la bornele rezistorului R_2 va apărea o tensiune, avînd frecvența pentru care cuarțul a fost construit. Prin capacitorul C_3, acest semnal este condus la grupul detector D_1—D_2, la bornele rezistorului R_3 putîndu-se culege o tensiune continuă suficientă să deschidă tranzistorul T_2, montat ca amplificator de curent continuu.

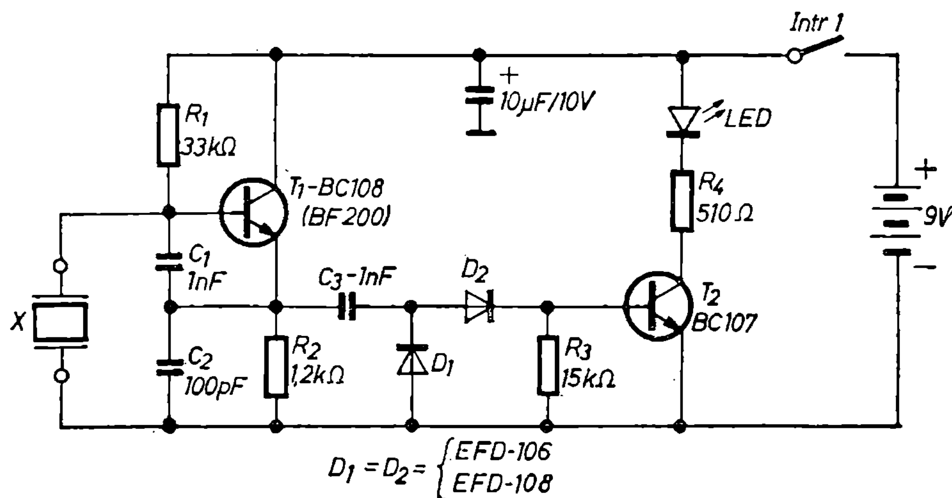


Fig. 49

Ca urmare a deschiderii lui T_2, prin acesta va circula un curent de circa 15 mA, suficient să facă ca dioda LED să se aprindă. În situațiile cînd cristalul de cuarț nu este bun, va lipsi semnalul de la bornele rezistorului R_2 și deci va lipsi și tensiunea de polarizare pentru tranzistorul T_2 și ca atare dioda LED nu se va aprinde. Alimentarea montajului necesită o tensiune de circa 9 V, consumul de curent fiind practic egal cu cel solicitat de dioda electroluminiscentă.

Pentru a verifica și valoarea frecvenței generate se va folosi un frecvențmetru sau un oscilograf, care va fi cuplat în derivație pe rezistorul R_2.

Pentru verificarea cristalelor de cuarț avînd frecvența pînă la 1 MHz, pentru T_1 se va folosi un tranzistor BC 108 sau altul similar. Pentru frecvențe superioare se va folosi pentru T_1 un tranzistor BF 200 sau altele echivalente.

Diodele D_1—D_2 vor fi de tipul celor cu germaniu, iar capacitorul C_2 va fi de tip ceramic.

TERMOSTAT PENTRU OSCILATORUL CU CUARȚ

Un oscilator cu cuarț, în comparație cu un oscilator LC, este caracterizat în principiu de o mare stabilitate a frecvenței generate, față de variațiile de temperatură ale mediului înconjurător.

Totuși — dacă nu sînt luate măsuri speciale — pentru anumite aplicații, oscilatorul cu cuarț nu poate satisface cerințele de stabilitate. Este cunoscut faptul că un cristal de cuarț de uz comun are în general un coeficient

de temperatură al frecvenţei de $2 \cdot 10^{-6}/°C$. Această cifră arată că un cuarţ de 1 MHz are o fugă de frecvenţă de 2 Hz cînd temperatura acestuia variază cu 1°C. Astfel, dacă temperatura mediului în care lucrează cuarţul luat ca exemplu variază de la + 15°C la + 40°C, deci cu 25°C, frecvenţa cuarţului va varia cu 50 Hz.

Pentru un cuarţ avînd frecvenţa de rezonanţă de 9,5 MHz şi pentru acelaşi coeficient de temperatură de $2 \cdot 10^{-6}/°C$ vom avea o fugă de frecvenţă de $2 \times 9,5 = 19$ Hz/1°C, iar pentru 25°C o fugă de 475 Hz. Acelaşi dezavantaj îl întîlnim şi atunci cînd de la cuarţul respectiv se folosesc frecvenţele armonice de un anumit ordin.

Astfel, dacă de la cuarţul de 1 MHz de care am amintit mai înainte, se va selecta armonica a 30-a, fuga de frecvenţă datorată temperaturii se va multiplica tot cu 30; adică pentru intervalul de 25°C va rezulta o abatere de $30 \times 50 = 1\,500$ Hz. Deci, pentru a obţine o stabilitate a frecvenţei generate de cuarţ, este necesară menţinerea unei temperaturi constante a mediului în care acesta lucrează. Un dispozitiv care permite menţinerea automată a temperaturii incintei în care este montat un oscilator cu cuarţ poartă denumirea de termostat pentru oscilatoare cu cuarţ. O asemenea construcţie este foarte utilă pentru realizarea de oscilatoare ce echipează oscilatoarele folosite de radioamatori, pentru realizarea de sintezatoare de frecvenţă pentru radioreceptoarele de trafic, pentru realizarea de frecvenţmetre etc.

Schemele după care se pot realiza asemenea dispozitive sînt foarte diverse; pot fi amintite scheme de încălzire a incintei cu fir incandescent, încălzire prin tranzistor, scheme cu sesizor bimetalic sau cu termistor, scheme cu termostabilizare cu diodă varicap etc.

În realizarea unei asemenea scheme trebuie să ţinem seama în primul rînd de fiabilitatea dispozitivului în timp, precum şi de randamentul termic al acestuia. Dintre variantele cele mai folosite în ultimul timp, atît de firmele constructoare cît şi de numeroşi radioconstructori, am ales o schemă în care încălzirea incintei este asigurată de un tranzistor de putere, iar elementul de sesizare a variaţiei temperaturii este un termistor. Pentru a asigura o cît mai bună stabilitate a întregului ansamblu, în incinta termostată se introduce atît cuarţul, cît şi restul pieselor care intră în compunerea oscilatorului şi a elementelor de automatică.

Schema de principiu a termostatului este prezentată în figura 50. Ea cuprinde un etaj oscilator realizat cu tranzistorul T_2, un etaj separator realizat cu T_1, o punte Wheatstone realizată cu $R_3 - R_4 - R_5$ şi termistorul R_{Th}, un amplificator realizat $T_3 - T_4 - T_5$ şi elementul de încălzire realizat cu T_6.

Acest termostat asigură o temperatură în interiorul incintei, avînd o valoare cuprinsă între 55°C la 60°C şi cu o precizie de circa ± 0,5°C.

Astfel, funcţie de termistorul folosit şi de modul de reglare a schemei de control automat al temperaturii, aceasta poate fi de exemplu de 58°C cu o variaţie de ± 0,5°C adică 58,5°C sau 57,5°C.

Schema oscilatorului prezentat este convenabilă pentru cuarţuri avînd frecvenţa de rezonanţă în jur de 1 MHz. Radioconstructorul poate folosi orice altă schemă de oscilator, deoarece partea de menţinere automată a temperaturii nu este dependentă de tipul oscilatorului. Oscilaţiile produse de cuarţul „X" pot fi reglate în limitele a cîtorva zeci de herţi cu ajutorul condensatorului ceramic ajustabil tip disc notat în schemă cu C_v.

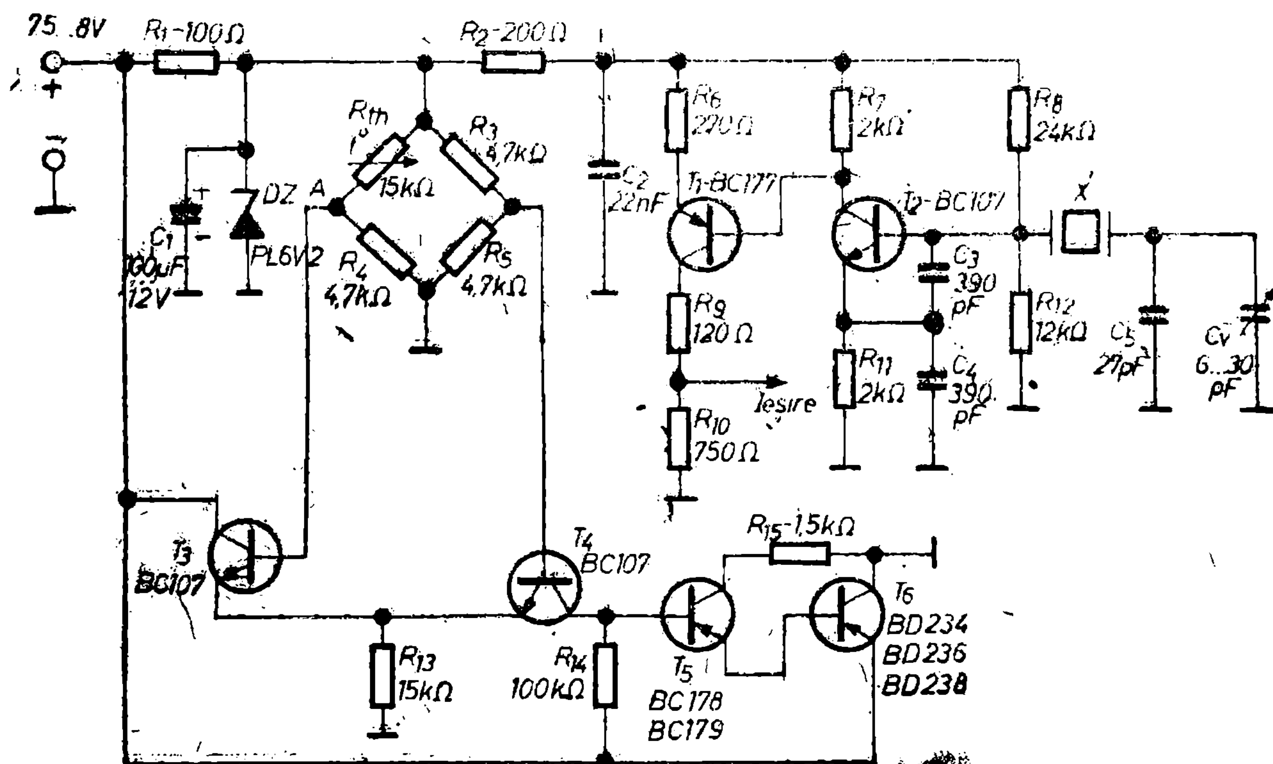


Fig. 50

Frecvența obținută la bornele rezistorului R_7 este introdusă direct în baza tranzistorului T_1 care lucrează ca amplificator-separator. Semnalul generat se culege de la bornele rezistorului R_{10} prin intermediul unui capacitor care se va afla în afara incintei termostatate.

Alimentarea tranzistoarelor T_1 și T_2 aparținînd schemei oscilatorului se va face cu o tensiune de 6 V, cuplată prin intermediul grupului de filtrare $R_2 - C_2$.

În cazul folosirii unui cuarț de frecvență ridicată, în locul tranzistorului BC-107 (T_2) se va folosi un tranzistor *npn* de frecvență ridicată (BF-167, BF 200, BF 240 etc.)

Elementul care asigură încălzirea incintei este tranzistorul T_6. În cazul schemei prezentate este folosit un tranzistor *pnp* de putere medie din seria BD 234, BD 236, BD 238 sau KT 818 B, KT 816 A, 2 T 3841 etc. Acesta este comandat la rîndul lui de T_5, care are tot o structură *pnp*. Rezistorul de limitare R_{15} se va regla pe timpul experimentării, așa fel ca funcție de tranzistorul folosit să fie asigurată temperatura de lucru necesară, respectiv pentru o valoare situată în intervalul 50°C la 60°C. Curentul prin tranzistorul de încălzire T_6 va avea o valoare sub 1 A.

Valoarea temperaturii din incintă, respectiv valoarea temperaturii la care este menținut cuarțul, este sesizată de termistorul R_{Th} montat, așa după cum am arătat mai înainte, ca braț al punții Wheatstone.

În momentul echilibrului, adică atunci cînd valoarea termistorului sub influența temperaturii, atinge valoarea de 4,7 kΩ tensiunea punctelor $A - B$ față de masă este aceeași. (B este punctul comun $R_4 - R_5$).

De reținut că tensiunea dintre punctul B și masă, respectiv tensiunea aplicată bazei tranzistorului T_4 este menținută constantă și anume la valoarea de 2,5 V.

Tensiunea de la baza tranzistorului T_3, care împreună cu T_4 formează un amplificator diferențial, este în schimb variabilă, modificîndu-se funcție de valoarea rezistenței termistorului R_{Th}.

Astfel, cînd temperatura termistorului ales este de + 20°C, valoarea rezistenței lui este de circa 15 000 ohmi, ceea ce conduce la un dezechilibru al punții, tensiunea între punctul A și masă fiind de circa 1, 2 V. La creșterea temperaturii termistorului, rezistența sa scade, putînd ajunge la un moment dat la valoarea de 4,7 kΩ, care reprezintă momentul de echilibru al punții și cînd, așa după cum s-a arătat mai înainte, tensiunea la baza lui T_3 este de 2,5 V.

Jocul tensiunii de polarizare de la baza tranzistorului T_3 funcție de temperatura la care se află termistorul R_{Th}, conduce la modificarea curentului prin R_{13} și în continuare la modificarea curentului prin rezistorul R_{14}. Cînd curentul prin R_{14} este nul, tensiunea la bornele acestui rezistor este de asemenea nulă, ceea ce corespunde blocării tranzistorului T_5 și respectiv T_6.

La apariția curentului prin T_4, respectiv prin R_{14}, tensiunea la bornele acestuia crește; în momentul cînd această tensiune depășește valoarea de circa 1,3 V, tranzistoarele T_5 — T_6 încep să conducă, iar incinta să se încălzească.

La creșterea temperaturii termistorului peste punctul pentru care valoarea rezistenței sale este de 4,7 kΩ, tensiunea între punctul A și masă crește peste valoarea de + 2,5 V, ceea ce conduce la blocarea lui T_4 și, ca urmare, și a tranzistoarelor T_5 — T_6, situație în care procesul de încălzire este întrerupt.

Spre exemplu, dacă valoarea rezistenței termistorului ajunge la 4 kΩ, tensiunea în punctul A, respectiv tensiunea de polarizare aplicată bazei lui T_3, este de + 2,7 V, deci cu 0,2 V mai mult decît tensiunea constantă existentă la baza tranzistorului T_4.

În locul termistorului MMT-6 (URSS) — care a fost luat ca exemplu în cazul montajului prezentat — radioconstructorul poate apela la alte tipuri, avînd valori mai mari sau mai mici, caz în care este necesară și modificarea rezistoarelor R_3 — R_4 — R_5 sau eventual numai a rezistorului R_4 așa fel ca pentru temperatura de lucru să se obțină echilibrul punții.

Pentru stabilirea curentului necesar prin T_6 se va acționa asupra rezistorului R_{14}.

În ceea ce privește realizarea practică a termostatului, acesta cuprinde două părți distincte: montajul electronic propriu-zis și cutia termostatului.

Montajul electronic, respectiv totalitatea componentelor prezentate în schemă, se vor realiza pe o placă de steclotextolit simplu placat, avînd dimensiunile de 48 × 55 mm. Jumătate din suprafața acestei plăci va fi ocupată de o tablă de aluminiu, avînd dimensiunile de 50 × 24 mm și groasă de 1 ... 2 mm și pe care vor fi fixate cuarțul, tranzistorul T_6 și termistorul R_{Th}.

Cuarțul va fi fixat cu ajutorul unui colier confecționat tot din tablă de aluminiu, iar T_6 va fi fixat cu ajutorul unui șurub M_3 trecut prin orificiul existent în corpul tranzistorului.

Tranzistorul T_6 va fi așezat cu partea metalică către tabla de aluminiu, între acestea fiind introdusă, în scopul izolării electrice, o foiță de mică.

Termistorul va fi fixat între cuarț și T_6 și va trebui să aibă, de asemenea, un bun contact cu suprafața de tablă care se încălzește.

Terminalele acestor trei elemente fixate pe suprafața de aluminiu vor fi conectate la cablajul care va fi realizat în cea de a doua jumătate a plăcuței de steclotextolit și pe care se va monta restul componentelor electronice.

Bornele ieșire semnal, + 7,5 V, și masa comună vor fi scoase la una din laturile mici ale plăcuței cu cablaj imprimat. Toată această construcție va fi înconjurată de un strat de polistiren expandat gros de 10 ... 15 mm, iar acest volum va fi introdus în cele din urmă într-o cutie confecționată din tablă de fier sau aluminiu. Pentru acționarea condensatorului CV va fi prevăzut un mic orificiu care după efectuarea corecției frecvenței va fi astupat. Pentru prinderea în montajul general, cutia de tablă va fi prevăzută cu patru urechi de prindere, realizate sub forma unor mici colțare.

Înainte de introducerea montajului în aceste părți de protecție termică și mecanică se recomandă verificarea funcționării în aer a montajului realizat. În acest scop se va urmări generarea oscilațiilor, încălzirea plăcuței de aluminiu de către T_6 etc.

După închiderea montajului în spațiile închise de care am amintit se va verifica din nou existența oscilațiilor precum și curentul consumat pe ramura de 7,5 + 8 V.

De asemenea, se va urmări, tot prin măsurarea curentului din ramura de + 7,5 V, modul de conectare și deconectare automată a părții din schemă care asigură încălzirea.

ALIMENTATOR CU MICROACUMULATOARE

Radioreceptoarele portabile sau alte aparate electronice tranzistorizate prevăzute a fi alimentate de la baterii uscate (R-20, R-14, R-8) pot fi alimentate cu bune rezultate și de la baterii de microacumulatoare, tip nichel-cadmiu.

Dintre tipurile cele mai răspîndite de astfel de microacumulatoare amintim seria de un sfert de amper capacitate, cele mai cunoscute la noi fiind Д-0,25 fabricat în URSS, KBM-0,22 fabricat în RPB și Deac 225 DK fabricat în RFG.

Aceste microacumulatoare, constructiv, au un diametru în jur de 25 mm și o grosime în jur de 9 mm. Tensiunea nominală la borne este de 1,25 V, iar capacitatea în jur de 0,25 amperi-oră. Curentul de descărcare recomandat pentru acest tip de microacumulatoare este de 20 mA. În situația în care aparatul pe care dorim să-l echipăm cu astfel de surse de alimentare are un consum ce nu depășește 20 mA, atunci vom forma un grup (o baterie) avînd tensiunea dorită prin înscrierea unui număr de astfel de microacumulatoare. Pentru 6 V vom înseria 5 bucăți, iar pentru 9 V vom lega 7 sau 8 bucăți.

Practic, înscrierea se face prin așezarea într-un tub de plastic, unul peste altul și în aceeași poziție, a numărului de microacumulatoare stabilit.

Bornele de înseriere plus și minus se vor scoate la capetele tubului, folosind două plăcuțe metalice. Capacele de la capetele tubului vor trebui să fie bine fixate, așa fel încît să asigure o bună presiune de contact între microacumulatoare.

Pentru aerisire se recomandă ca tubul să fie prevăzut cu cîteva orificii laterale de 3 ... 4 mm diametru fiecare.

În cazul în care curentul necesar alimentării aparatului este de 40 mA, atunci se pot folosi două grupuri conectate în derivație.

Cum simpla conectare în derivație a două microacumulatoare sau a două baterii de microacumulatoare ar crea posibilitatea ca unul să se descarce pe celălalt, se recomandă ca acestea să fie înseriate și cu cîte o diodă așa după cum se arată în figura 51.

În acest mod, fiecare grup de microacumulatoare înseriate debitează către sarcină un curent de lucru, fiind evitată calea de închidere către bateria vecină, diodele respective împiedicînd trecerea curentului de egalizare.

Numărul de grupuri care se pot cupla în derivație împreună cu dioda respectivă poate fi oricît de mare, el fiind determinat de curentul de alimentare solicitat (de exemplu, pentru 60 mA vom conecta 3 grupuri, pentru 80 mA, patru grupuri etc.).

Spre deosebire de grupul singular de microacumulatore, la grupurile în derivație, în care intervine și dioda de blocare, tensiunea de alimentare găsită la borne este mai mică cu circa 1 V, pierdere datorită căderii de tensiune pe joncțiunea *pn*. Un grup de opt microacumulatoare înseriate, care asigură normal 10 V (8 × 1,25 V), prin pierderea pe diodă va asigura o tensiune de 9 V.

Diodelor folosite li se impune condiția ca să asigure curentul direct necesar, să aibe o tensiune inversă mai mare decît tensiunea grupului și să aibe un curent invers foarte mic. În cazul de față sînt recomandate diodele din seria 1 N 4001, 1 N 4002. Pentru încărcarea ansamblului realizat așa după cum este arătat în figura 51 este necesar să decuplăm fiecare grup de 10 V și să-i asigurăm condițiile de încărcare optime. Spre a evita această operație de separare a grupurilor, printr-un simplu artificiu este posibil să realizăm o construcție care să permită încărcarea fără a opera nici o separare a grupurilor. Schema care permite acest lucru este arătată în figura 51 b.

Aici diodele D_1 și D_2 au același rol ca și pentru situația descrisă pentru figura 51 a. Cînd montajul lucrează în regim de descărcare, dioda D_3 nu intervine în nici un fel.

În schimb, cînd montajul astfel construit este pus la încărcat, observăm că dioda D_3 realizează conectarea în serie a celor două grupuri de microacumulatoare.

Redresorul de încărcare, care va trebui să asigure o tensiune de peste 22 V și un curent de încărcare în jur de 20 mA, se va cupla între bornele

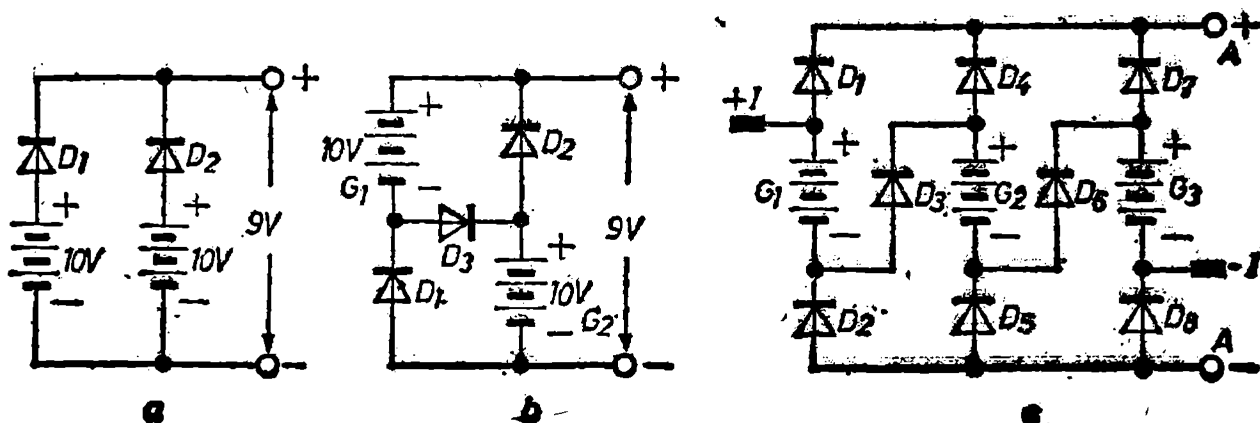


Fig. 51

notate cu plus (+) și minus (—). Drumul curentului de încărcare este: borna (+), grupul de microacumulatoare G_1, dioda D_3, grupul de microacumulatoare G_2, borna (—). Se observă că de data aceasta diodele D_1 și D_2, datorită sensului curentului de încărcare, sînt blocate.

Pentru cazul cînd avem conectate în derivație mai mult de două grupuri de microacumulatoare, pentru a păstra același avantaj de încărcare, se va folosi montajul dat în figura 51 c. Schema este concepută pentru trei grupuri, $G_1 - G_2 - G_3$, tensiunea de lucru, la care se conectează sarcina, fiind scoasă la bornele $+A$ și $-A$.

Rolul diodelor D_1, D_2, D_4, D_5, D_7 și D_8 este de a împiedica descărcarea grupurilor între ele. Rolul diodelor D_3 și D_6 este de a realiza cuplarea în serie a grupurilor, atunci cînd are loc încărcarea miniacumulatoarelor. Pentru încărcare, blocul se va scoate din lăcașul său, iar bornele $+A$ și $-A$ se vor deconecta.

Tensiunea de încărcare furnizată de redresor se va cupla la bornele $+I$ și $-I$, circuitul închizîndu-se astfel: borna $+I$, grupul G_1, dioda D_3, grupul G_2, dioda D_6, grupul G_3, borna $-I$.

Valoarea tensiunii de încărcare se determină în cazul de față prin însumarea tensiunii grupurilor de microacumulatoare la care se adaugă și căderea de tensiune de cîte un volt pe fiecare diodă de înseriere (D_3 și D_6). Curentul de încărcare este același ca și pentru cazul prezentat mai înainte — anume 20 mA. În ceea ce privește regimul de încărcare al acestor microacumulatoare, trebuie reținut că este necesară folosirea unui redresor de curent constant. Timpul necesar încărcării unui microacumulator este dat de relația:

$$t = 10 + \frac{Q_A}{100}$$

iar curentul de încărcare de relația:

$$I_A = \frac{Q_A}{10}$$

unde: t = timpul de încărcare exprimat în ore; Q_A = capacitatea microacumulatorului exprimată în miliamperi-oră; I_A = curentul de încărcare exprimat în miliamperi.

Pentru cazul nostru, un microacumulator din tipurile amintite mai înainte va avea nevoie de un timp de încărcare de 12 ore, la un curent de 20 mA. Un grup format din mai multe acumulatoare va avea nevoie de același timp și același curent de încărcare, ceea ce diferă fiind tensiunea de încărcare aplicată.

În general, un microacumulator Ni-Cd atinge pe timpul încărcării o tensiune de 1,15 ori mai mare decît tensiunea nominală, adică aproximativ 1,45 V.

Pentru opt microacumulatoare înseriate tensiunea pe timpul încărcării va atinge circa 11,5 V. Pe durata încărcării, curentul rămîne constant pînă la atingerea a 95% din tensiunea maximă pe care o poate lua, după care scade treptat către cîțiva miliamperi.

După mai multe cicluri de încărcare-descărcare, în zona garniturii de izolare a electrodului pozitiv de cel negativ, se depune o substanță sub forma unui precipitat de culoare albă. Se recomandă ca periodic să controlăm starea fiecărui microacumulator și cu o periuță din material plastic sub jet de apă să îndepărtăm aceste substanțe străine.

Capitolul 7

APARATE DE MĂSURĂ

AVO-METRU

Primul aparat de măsură de care are nevoie orice electronist amator este așa-numitul AVO-metru, adică aparatul care poate măsura curenți (*A*mperi), tensiuni (*V*olți) și rezistențe (*O*hmi).

În cele ce urmează descriem construcția unui asemenea aparat care prezintă parametri apropiați de cei ai multor AVO-metre existente și care în plus — pentru constructor — oferă un bun prilej de însușire temeinică a mecanismului de funcționare a unor astfel de dispozitive. Schema propusă permite măsurarea de tensiuni continue pînă la 300 V, de tensiuni alternative (20 Hz-500 Hz) pînă la 800 V, de curenți continui pînă la 800 mA și de rezistențe pînă la 0,8 M Ω.

Prima piesă care trebuie să ne o procurăm este instrumentul de măsură, respectiv mecanismul electromagnetic cu bobină mobilă și ac indicator.

Pentru a ușura procurarea unei asemenea piese s-a recurs la folosirea unui instrument de măsură, folosit curent la casetofoane sau radiocasetofoane ca indicator de nivel al semnalului sonor (fig. 52).

Asemenea produs se găsește ca piesă de schimb la magazinele de specialitate, avînd chiar de ales între cîteva variante constructive existente.

În descrierea de față s-a folosit un indicator de casetofon ce poartă indicativul M 4284. 2 (Selena) și care are o sensibilitate de 200 microamperi, adică pentru acest curent acul deviază de la zero pînă la capătul din dreapta al scalei. Pot fi folosite și alte tipuri avînd sensibilități mai bune, în acest caz fiind necesar ca valorile prezentate în schema propusă să fie recalculate.

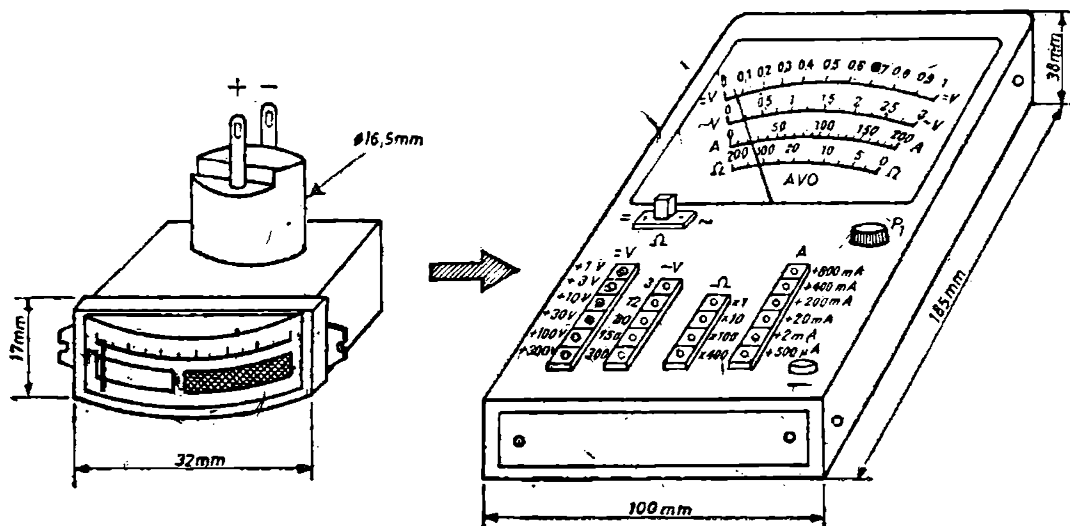


Fig. 52

Asemenea instrumente au de regulă o suprafață a scalei foarte mică (10 × × 30 mm în cazul instrumentului M 4284. 2). Cum o asemenea scală nu satisface pentru a înscrie pe ea toate valorile de tensiuni, curenți și rezistențe ce urmează să le măsurăm, va fi necesară o operație de schimbare a scalei, respectiv a suprafeței acesteia. În acest scop vom îndepărta capacul de material plastic incolor care protejează anasamblul mobil, tăind cu ajutorul unei lame de bomfaier zona în care această piesă este lipită de cadrul instrumentului, operație ce trebuie efectuată cu multă atenție.

Deplasînd în exterior cele două urechi laterale, vom îndepărta apoi scala confecționată din tablă de aluminiu.

În continuare, cu ajutorul unui spiral cu diametrul de 1,2 mm se vor da două găuri la 5 mm, de o parte și de alta a peretelui central (median) aflat între cei doi opritori ai acului indicator și la 3 mm în spatele peretelui circular (din plastic alb) pe care se sprijinea scala îndepărtată. Aceste două orificii vor folosi pentru fixarea noii scale. Apoi, cu o pensetă sau o lamă de cuțit și o suprafață plană vom îndrepta acul indicator al aparatului așa fel ca porțiunea de 10 mm care se plimba în fața scalei (îndepărtate) să se afle în prelungirea restului acului.

Dintr-o foaie de hîrtie velînă vom tăia cu ajutorul unei lame, o șuviță avînd lățimea de 0,5 0,8 mm și o lungime de 40 mm.

Această lamă de hîrtie, care reprezintă noul ac indicator, va fi lipită cu foarte puțin aracet de acul indicator al aparatului. În felul acesta se obține un nou ac indicator, care măsurat între vîrf și axul cadranului mobil va trebui să aibe o lungime de 65 mm. După uscarea aracetului, acul de hîrtie se va colora numai pe suprafața superioară, cu cerneală roșie sau neagră. După terminarea acestei operații se va controla ca noul ac să fie perfect plan Urmează confecționarea noii scale care va echipa aparatul de măsură, scala care va trebui să asigure citirea comodă a valorilor măsurate.

Se va folosi tablă de fier cositorită (procurată dintr-o cutie de conserve) bine planată și din care vom tăia o suprafață de 60 × 90 mm. Pe una din laturile de 90 mm, în mijloc, se va practica o mică decupare semicirculară care să nu împiedice deplasarea acului indicator. Deasupra acestei decupări, la 5,5 mm de o parte și de alta față de axa centrală și la 4 mm de bază, se va lipi perpendicular, cu cositor, două bucăți de sîrmă de cupru, avînd o lungime de 10 mm fiecare. Pentru o mai bună poziționare a acestor bucăți de sîrmă se recomandă aplicarea tablei de 60 × 90 mm sub acul indicator, sprijinită de cei doi cilindri de plastic și de peretele semicircular. Apoi cu ajutorul unui ac trecut prin cele două găuri de 1,2 mm se va însemna pe placa locul unde trebuie efectuată cositorirea. În aceeași placă, de 60 × 90 mm, vom da în fiecare colț, la 4 mm de laturi, cîte o gaură avînd diametrul de 2 mm. Piesa astfel pregătită va fi fixată pe cadrul aparatului, sub acul indicator și consolidată prin îndoirea la 90° a capetelor de sîrmă de cupru, care ies prin partea din spate a aparatului. Pentru o consolidare suplimentară, în zonele de contact dintre tabla de 60 × 90 mm și părțile de plastic ale cadrului aparatului de măsură, vom aplica un strat subțire de aracet sau vopsea pe bază de diluant sau rășini.

După efectuarea acestei operații vom urmări ca acul indicator să fie paralel cu suprafața de 60 × 90 mm, iar deplasarea acestuia de la un capăt la celălalt să se facă fără piedici. În continuare, vom confecționa scala propriu-zisă, pe care vom înscrie valorile pentru tensiuni, curenți și rezistențe. Pe o foaie tip bloc de desen vom trasa un dreptunghi, avînd dimensiunile de

60 × 90 mm. Din mijlocul laturii de 90 mm aflată în partea de jos a desenului vom trasa către exterior o perpendiculară.

Pe această perpendiculară, la 10 mm față de latura mare, vom nota un „x". Folosind un compas cu vîrf de creion și fixat ca centru în punctul „x", vom trasa în interiorul suprafeței de 60 × 90 mm arcuri de cerc cu următoarele raze: r_1 = 59 mm (pentru inscripționarea tensiunilor continue pentru gama 0 ... 1 V), r_2 = 58 mm (pentru inscripționarea tensiunilor continue pentru gama 0 ... 3 V), r_3 = 48 mm (pentru inscripționarea tensiunilor alternative), r_4 = 41 mm (pentru inscripționarea curenților continui) și r_5 = 34 mm (pentru inscripționarea rezistențelor).

Se decupează suprafața de hîrtie astfel pregătită și se fixează exact peste suprafața de tablă de 60 × 90 mm, folosind patru șuruburi M_2 introduse în cele 4 găuri din colțuri. Baza pe care vor fi fixate toate părțile componente ale AVO-metrului va avea o suprafață de 100 × 185 mm și va fi realizată din textolit, material plastic sau chiar placaj avînd o grosime în jur de 3 mm.

La început, pe această placă vom fixa doar instrumentul de măsură pe care l-am modificat așa după cum am arătat mai înainte.

Partea cilindrică a instrumentului se va sprijini direct pe suprafața de bază, în care scop vom îndoi cu 90° terminalele „+" „și „—" ale acestuia.

Centrul acestui cilindru va trebui să cadă în punctul avînd cotele de 50 mm față de laturile mari și de 77 mm față de una din laturile mici.

Instrumentul va fi fixat în acest punct, folosind două piese confecționate din tablă de aluminiu sau alamă groasă de max. 0,5 mm și avînd fiecare forma și dimensiunile din figura 53 a.

Talpa de 7 × 10 mm a acestei piese se va sprijini pe placa de bază, iar șanțul din partea de sus va intra în pereții de masă plastică aflați de o parte și alta a ansamblului mobil. Fixarea de placa de bază se va face cu șuruburi M3 cu cap îngropat.

Este recomandabil să ne oprim cu construcția în acest stadiu și să continuăm cu confecționarea și stabilirea valorilor rezistoarelor precum și cu etalonarea și scrierea scalei. În acest scop vom apela la schema electrică a AVO-metrului prezentată în figura 54. La început se va realiza partea ce asigură măsurarea curenților, respectiv schema care corespunde poziției de lucru notată cu „=" (curent continuu) și regletei cu borne notată cu „A" (amperi).

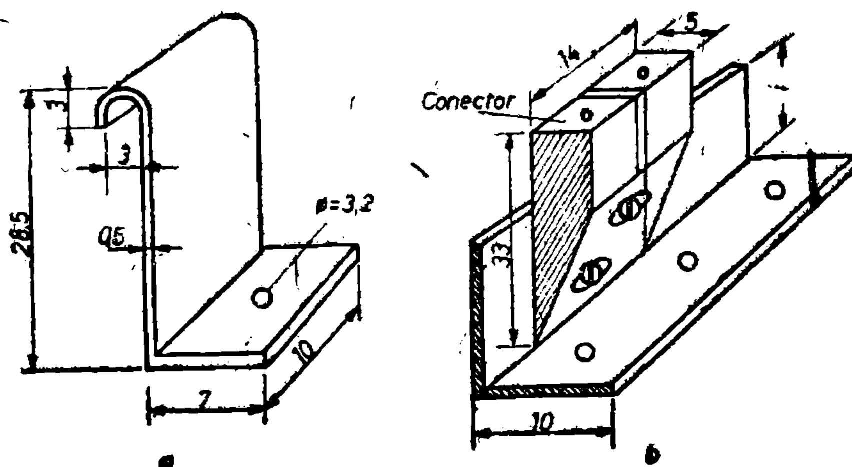


Fig. 53

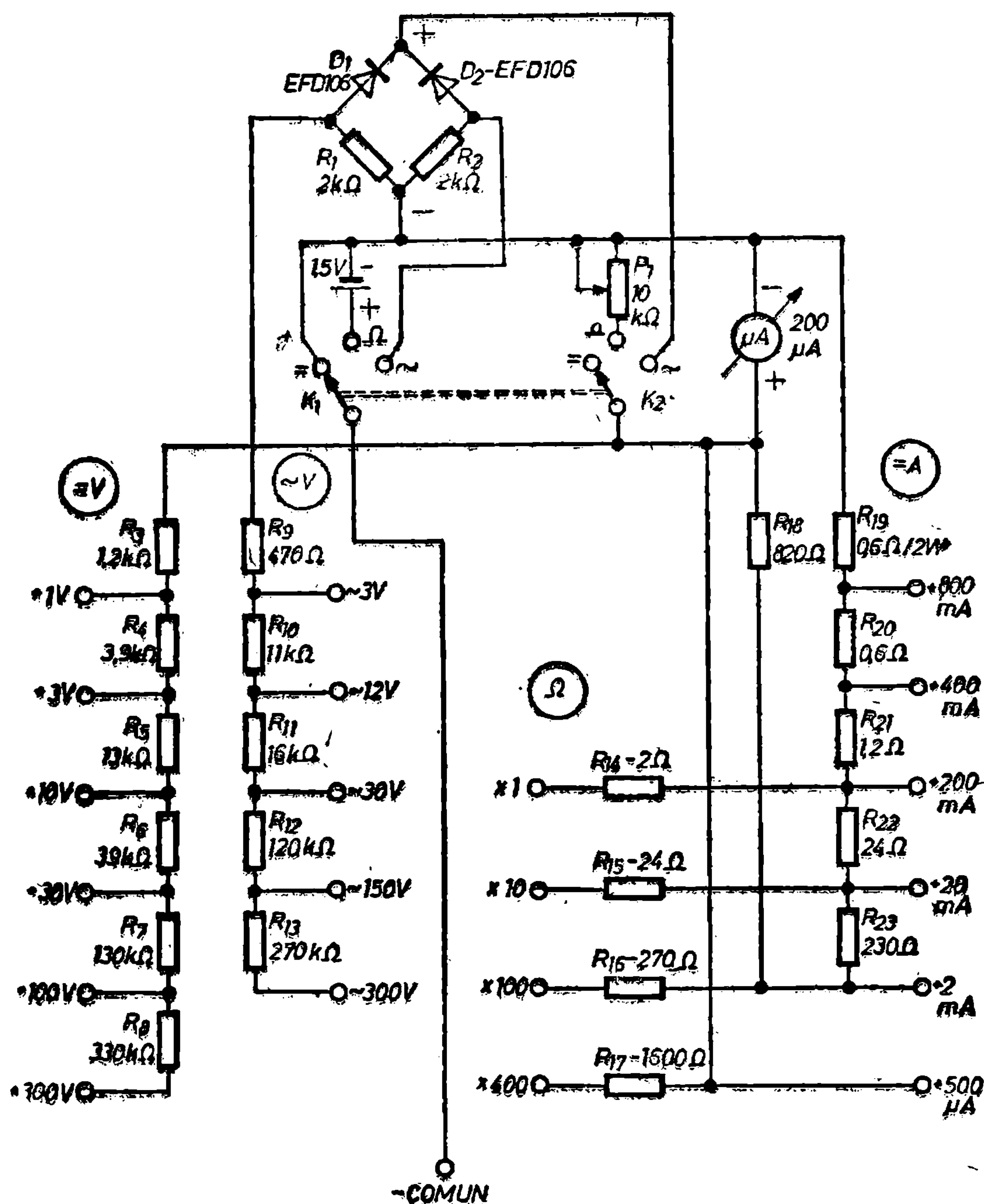


Fig. 54

Selectarea naturii mărimii măsurate se face cu ajutorul comutatorului cu trei poziții, $K_1 - K_2$, iar cele două fire de legătură dintre AVO-metru și sursa măsurată se vor conecta astfel: firul de minus la borna notată cu „– COMUN", iar celălalt fir introdus într-una din bornele mărimii ce dorim să o măsurăm (de exemplu, + 3 V, ~ 150 V, + 200 mA, × 10 Ω etc.).

Elementele din schemă care concură la măsurarea curenților continui sînt: microampermetrul (μA), rezistoarele $R_{18} - R_{23}$ și, bineînțeles, $K_1 - K_2$. Urmărind schema se observă că la măsurarea curenților circuitul se închide

prin două ramuri: o ramură este aceea în care intră microampermetrul, iar cealaltă în care intră unul sau mai multe din rezistoarele R_{19}—R_{23} şi care reprezintă elementele de şuntare.

Astfel, dacă vrem să măsurăm un curent care are valoarea, de exemplu, de 700 mA, atunci AVO-metrul se va conecta cu un fir la „—COMUN", iar cu celălalt fir la borna notată cu „+ 800 mA".

Se poate urmări pe schemă că în acest caz curentul se închide (în cantitatea cea mai mare prin rezistorul R_{19} de 0,6 ohmi, iar un curent ce nu va depăşi 200 microamperi prin rezistoarele R_{18}, R_{20}, R_{21}, R_{22} şi R_{23}, toate înseriate cu instrumentul de măsură „μA".

Valorile rezistoarelor ce funcţionează ca şunt s-au calculat pentru o cădere de tensiune de 0,48 V. Astfel, dacă măsurăm un curent de 800 mA (0,8 A), căderea maximă de tensiune pe R_{19} va fi $U = 0{,}8\ A \times 0{,}6 = 0{,}48\ V$.

Rezistoarele R_{18}, R_{22} şi R_{23} vor fi de minim 0,25 W şi cu o precizie de max. 2%. În caz că nu găsim valori de asemenea precizie, ele pot fi obţinute prin sortare dintr-un număr mai mare de exemplare.

Rezistoarele R_{19}, R_{20} şi R_{21} vor fi confecţionate din sîrmă rezistivă. O asemenea sîrmă o vom obţine dintr-un rezistor bobinat în corp ceramic (seria RBA, RBT), care se prezintă ca un paralelipiped lung, de culoare albă şi care se găseşte în magazinele de specialitate.

De exemplu, un asemenea rezistor, avînd o valoare de 8,2 Ω/9 W, desfăcut ne oferă o lungime de sîrmă rezistivă de 119 cm, ceea ce înseamnă o valoare de 0,0689 Ω/cm sau 14,572 cm/1 Ω. Pentru a obţine o valoare de 0,6 ohmi va fi necesară o lungime de 14,572 × 0,6 = 8,74 cm. Practic, vom tăia din sîrmă o bucată de 10 cm, urmînd ca surplusul de 1,26 cm să fie folosit pentru prindere în suport. Această bucată de 10 cm va fi bobinată pe un rezistor avînd o valoare mai mare de 500 ohmi şi o putere de 0,5 W. Capetele sîrmei se vor curăţa de emailul izolator şi circa 0,6 cm de la un capăt şi 0,6 la celălalt capăt vor fi înfăşurate pe terminalele rezistorului suport, după care vor fi consolidate prin cositorire. La fel se va confecţiona şi R_{20}. Apoi, R_{21} va fi confecţionat, de asemenea, în acelaşi mod, cu deosebirea că pentru a obţine cei 1,2 Ω va fi necesară o lungime dublă din aceeaşi sîrmă rezistivă.

După realizarea sub formă improvizată a montajului privind numai partea necesară măsurării curenţilor, inclusiv conectarea instrumentului de măsură, cu respectarea polarităţii dată în schema de principiu, se va trece la etalonarea scalei. De notat şi reţinut că pe tot timpul etalonării instrumentul va trebui să stea în poziţie orizontală, aceasta fiind şi poziţia de lucru a AVO-metrului. Pentru etalonare, cel mai comod este să folosim un AVO-metru profesional, care va fi introdus în serie cu montajul nostru. Folosind o sursă de curent oarecare (redresor, acumulator etc.) înseriată cu un reostat şi cu montajul realizat şi cuplat pentru a lucra pe poziţia de 2 mA, se va regla curentul pînă cînd instrumentul etalon va indica 2 mA.

Cu ajutorul unui vîrf de creion bine ascuţit, vom marca pe scala instrumentului nostru (pe arcul de cerc rezervat curenţilor) poziţia ocupată de acul indicator. Vom muta aparatele apoi pe poziţia de lucru „+ 20 mA" şi reglînd curentul la această valoare vom urmări dacă acul instrumentului realizat de noi „cade" în acelaşi loc ca şi pentru valoarea de 2 mA.

Dacă acest lucru nu se întîmplă, se va înlocui rezistorul R_{23} cu o valoare mai mică sau mai mare cu cîţiva ohmi, pînă cînd se obţine suprapunerea poziţiilor. În continuare, se va face verificarea în acelaşi mod şi pentru poziţiile de lucru la deviaţiile maxime de 200 mA, 400 mA şi 800 mA.

Ultima verificare se va face pentru poziţia de lucru de 500 µA. Odată terminată această verificare, se va trece la etalonarea scalei instrumentului. Fără a alimenta montajul, se va marca, tot cu un creion, poziţia de repaus a acului indicator. Apoi cu AVO-metrele conectate pentru scala de 2 mA se va trasa mai întîi poziţia luată de ac pentru 1 mA, iar apoi pentru 0,5 mA şi 1,5 mA.

În continuare se vor marca cu linii mai scurte poziţiile pentru 0,1 mA, 0,2 mA etc., adică din zecime în zecime de mA.

Pe scală, în dreptul reperelor importante ca 0,5 mA, 1 mA, 1,5 mA şi 2 mA vom nota tot cu creionul aceste valori, cu linii mai lungi.

Aceasta scală notată de la 0 la 2 mA va folosi şi pentru citirea valorilor de curenţi mai mari, fiind necesară în acest caz înmulţirea cifrei citite cu 10, cu 100, cu 200 sau 400, după cum ne aflăm pe scala de 20 mA ori celelalte.

Dacă nu dispunem totuşi de un AVO-metru industrial pe care să-l putem folosi pentru comparaţie, se va proceda în felul următor:

Se deconectează microampermetrul din montajul realizat şi se cuplează la bornele sale cîte un fir lung de 25 cm. Folosind o baterie tip R-20 (1,5 V nouă) şi un rezistor de 6,3 kΩ (2%) vom realiza un circuit în care aceste două elemente împreună cu microampermetrul să fie conectate în serie. Poziţia ocupată de acul indicator va corespunde poziţiei cap de scală şi va fi notată cu 2.

În continuare, în locul rezistorului de 6,3 k Ω se va introduce unul de 14 k Ω, locul în care s-a oprit acul indicator fiind marcat şi notat cu cifra 1.

Pentru un rezistor de 29 k Ω vom avea poziţia de 0,5, iar pentru unul de 8,7 k Ω, poziţia de 1,5. Pentru valorile cuprinse între aceste două repere vom împărţi scala în porţiuni corespunzătoare zecimilor de mA.

Pentru verificarea acestui gen de etalonare vom realiza montajul pentru măsurarea curenţilor, şi conectînd pentru poziţia de măsurare „+ 2 mA" o baterie de 1,5 V în serie cu un rezistor de 510 Ω, va trebui ca acul indicator să se oprească la cap de scală, adică va trebui să indice valoarea de 2 mA.

Respectînd valorile rezistoarelor, celelalte scări vor corespunde etalonării astfel efectuate, cu o precizie destul de mare.

În cazul lucrului pe poziţia „+ 500 µA", cifrele citite vor fi înmulţite cu 250 pentru a afla valoarea curentului în microamperi. Astfel, dacă acul s-a oprit în dreptul cifrei 1, înseamnă că prin circuit există un curent de 1 × 250 = 250 µA, iar dacă s-a oprit în dreptul cifrei ce indică 1,5 prin circuit există un curent de 1,5 × 250 = 375 µA.

După terminarea şi a celorlalte etalonări (V şi Ω), cifrele şi semnele notate vor fi scrise cu tuş negru. Lăsînd toate rezistoarele folosite pentru măsurarea curenţilor la locul lor aşa după cum se arată în schema de principiu, se va trece în continuare la etalonarea scalei pentru poziţia de lucru „Ω". În acest scop se va realiza în continuare schema corespunzătoare acestui mod de lucru, adică se vor introduce în circuit bateria de 1,5 V (tip R-20), potenţiometrul P_1 de 5 k Ω sau 10 k Ω şi rezistoarele R_{14} ... R_{17}.

Cu ajutorul unui fir scurt vom uni între ele bornele „COMUN" şi × 1

Reglînd axul lui P_1 vom căuta să aducem acul indicator la o poziţie cap de scală, puţin mai mult decît semnul de 2 mA de la arcul de cerc aparţinînd citirii curenţilor.

Pentru această poziţie a acului indicator, vom însemna pe ultimul arc de cerc punctul corespunzător lui 0 Ω.

Folosind apoi rezistoare avînd valori cunoscute și cuprinse între 1 Ω și 200 Ω, le conectăm pe rînd între borna „—COMUN" și bobina „× 1". Vom însemna pe scala ohmilor cifre cuprinse între 1 și 200, corespunzînd evident poziției luate de acul indicator pentru valorile de rezistoare cuplate.

După terminarea acestei operații și fără a modifica poziția lui P_1, se va efectua legătura directă între bornele „—COMUN" și „× 10". Va trebui ca acul indicator să se oprească la cap de scală în dreptul cifrei 0. În caz contrar, rezultă că R_{15} nu are valoarea corespunzătoare fiind necesară o tatonare de rezistoare pînă cînd se obține situația dorită.

Folosind rezistoare cunoscute și cuprinse în intervalul de valori 10 Ω la 2 000 Ω și conectate pe rînd la bornele „—COMUN" și „× 10" vom urmări dacă indicația arătată de ac, înmulțită cu 10, corespunde valorii imprimate pe rezistor.

La fel se va proceda și pentru gama „× 100" cînd vor fi testate rezistoare cuprinse între 100 Ω și 200 k Ω și pentru poziția „× 400" cînd vom testa rezistoare cuprinse între 400 Ω și 800 k Ω.

Pe măsură ce tensiunea bateriei scade, poziția de „0" corespunzătoare șuntării bornelor va fi reglată prin manevrarea axului lui P_1.

Lăsînd iarăși în circuit numai elementele din lanțul de măsurare a curenților (A), se va trece în continuare la etalonarea scalei pentru tensiuni continue (= V). După procurarea rezistoarelor R_3 — R_8 care vor trebui să aibă o toleranță de ± 1% sau eventual ± 2% și pentru 0,25 W, se va trece la reglarea (tot improvizată) a montajului corespunzător poziției comutatorului K_1 — K_2 pentru modul „=". Etalonarea se va începe cu poziția de + 1 V, în care scop între borna notată cu „— COMUN" și borna „+ 1 V" se va cupla o sursă de tensiune continuă reglabilă (un redresor). Pentru urmărirea tensiunii aplicate se va folosi un voltmetru profesional cuplat în derivație pe sursă, respectiv pe schema noastră.

Etalonarea scalei se va face din 0,1 V în 0,1 V, marcajul efectuîndu-se deasupra primului sector de cerc trecut pe scală. După terminarea etalonării pentru 1 V se va monta conductorul de cuplare a tensiunii în borna „+ 3". Tensiunile vor fi marcate fie din 0,1 V în 0,1 V sau din 0,2 V în 0,2 V. Marcajul se va face sub al doilea sector de cerc. Pentru tensiunile superioare lui 3 V nu se vor marca valorile respective pe scală, ci vor fi folosite indicațiile pentru „+ 1 V" și pentru „+ 3 V" Astfel, dacă sîntem în poziția „+ 10 V" vom citi indicația acului indicator folosind scala de „1 V" și vom înmulți cifra respectivă cu 10. Pentru scala de „+ 100 V" vom folosi tot scala de „1 V", rezultatul citirii fiind înmulțit de data aceasta cu 100.

La fel, măsurătorile care se vor efectua pe scala de „+ 30 V" și „+ 300 V" vor fi citite pe sectorul de cerc avînd notațiile de 0 3 V, valoarea respectivă fiind înmulțită cu 10 sau 100. Dacă valoarea rezistoarelor montate corespunde schemei date va trebui ca valoarea unei tensiuni măsurată pe o scală să corespundă cu aceeași valoare cînd este folosită o altă scală. În situația cînd nu dispunem de un voltmetru etalon, putem recurge, cu rezultate bune, la o altă metodă.

Mai întîi se va realiza schema din figura 55, unde toate rezistoarele folosite vor fi cu o toleranță de 2—5% și de 0,25 W Se va folosi o baterie R-20, nouă, conectată cu minusul la R_1 și cu plusul la R_7. Etalonarea va începe cu scala de „+ 1 V", în care scop „— COMUN" al AVO-metrului va fi conectat la minusul bateriei, iar borna „+ 1 V" a AVO-metrului pe rînd la borna de „0,1 V" apoi la „0,2 V" ș.a.m.d.

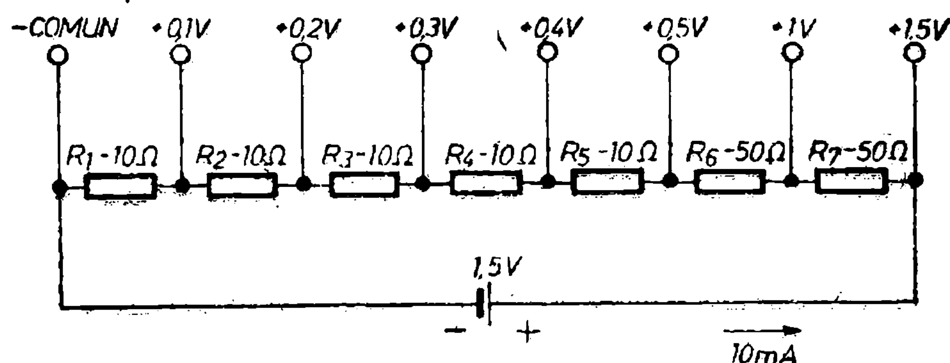


Fig. 55

După ce s-a terminat de notat pe scală pozițiile luate de acul indicator pentru intervalul 0 0,5 V, se va trece le etalonarea intervalului 0,5 1 V Pentru această operație se vor schimba între ele rezistorul R_1 cu R_6. În acest fel, la bornele lui R_6 care va fi astfel primul rezistor din lanț, vom găsi 0,5 V, urmînd ca la următoarele cinci rezistoare de 10 Ω, să găsim 0,6 V, 0,7 V, 0,8 V, 0,9 V, iar la penultima valoarea de 1 V Se va trece apoi la etalonarea scalei de 3 V, în care scop, în loc de o baterie, vom folosi două baterii înseriate spre a obține cei V 3. La bornele rezistoarelor de 10 Ω vom găsi valori din 0,2 V în 0,2 V. Pentru etalonarea intervalului 1 2 V R_1 va fi montat în locul lui R_6, iar pentru intervalul 2 ... 3 V, vom muta și pe R_2 în locul rezistorului R_7. Poziția de 1,5 V va fi notată folosind schema cu o singură baterie.

Etalonarea pentru pozițiile de măsură + 1 V și + 3 V vor trebui să corespundă și pentru pozițiile superioare.

Ultima operație de etalonare este cea pentru poziția de măsură a tensiunilor alternative „~V" Păstrînd în continuare în circuit elementele destinate poziției „=A" care, după cum observăm din schemă, șuntează în permanență instrumentul de măsură, se va realiza montajul corespunzător poziției „~" a comutatorului $K_1 - K_8$. Rezistoarele $R_9 - R_{13}$ vor fi de 0,25 W și vor fi alese pentru a avea abateri de maxim ± 2% față de valorile indicate. Rezistoarele $R_1 - R_2$ vor fi tot de 0,25 W. Diodele $D_1 ... D_2$ vor fi de tipul EFD-106 sau orice altă diodă cu germaniu de mică putere. Tensiunea alternativă ce trebuie măsurată va fi aplicată între borna „— COMUN" și una din bornele „~V"

Urmărind schema, se constată că în instrumentul de măsură pătrund ambele semialternanțe ale semnalului alternativ, dar redresate prin puntea $D_1 - D_2 - R_1 - R_2$.

Prima scală permite măsurarea pînă la ~ 3 V. Pe cadran se va folosi un singur sector de cerc (al treilea), pe care vor fi însemnate valorile în intervalul 0—3 V.

Pentru celelalte intervale, citirile se vor face numai pe acest sector, fiind necesar ca pentru a afla valoarea adevărată să înmulțim cifra respectivă cu 4 dacă se lucrează pe poziția ~ 12 V, cu 10 dacă se lucrează pe poziția ~ 30 V, cu 50 dacă se lucrează pe poziția ~ 150 V și cu 100 pentru ~ 300 V.

Pentru etalonare, vom folosit un transformator alimentat la 220 V, avînd un secundar cu mai multe prize de la care să se poată obține valorile de 1 V, 2 V și 3 V, urmînd ca verificarea să fie făcută cu un aparat de măsură profesional cuplat în derivație.

În lipsa acestuia, se va folosi un transformator avînd un secundar calculat pentru a da o tensiune de 3 V. Folosind schema din figura 55 şi modul de folosire prezentat pentru etalonarea tensiunilor continue descris mai înainte, se va putea efectua marcarea tensiunilor pentru intervalul 0 ... 3 V din 0,2 V în 0,2 V. După încă o verificare a etalonărilor efectuate pentru toate modurile de lucru, suprafaţa de hîrtie pe care am notat cu creionul valorile de tensiune, curenţi şi ohmi, va fi dată jos şi folosind tuşuri sau cerneală vom definitiva cu atenţie aceste inscripţionări. Pentru fiecare sector de cerc se recomandă a folosi cerneluri de culori diferite, fapt ce va conduce la uşurarea cititorilor. La fiecare cap de scală (început şi sfîrşit) se va scrie natura mărimii ce o reprezintă, respectiv vom scrie literele = V; ~ V; = A şi Ω. Cadranul astfel pregătit va fi fixat înapoi exact în aceeaşi poziţie, fiind prins în cele patru găuri cu şuruburi sau cu mici nituri confecţionate din material plastic şi care vor fi deformate la capete prin încălzire cu un letcon. După această refixare a scalei vom face încă o verificare a corespondenţei între indicaţia acului indicator şi valoarea sursei măsurate.

Urmează operaţiile de fixare a rezistoarelor şi celorlalte piese precum şi fixarea bornelor corespunzătoare pentru = V, ~ V, Ω şi = A.

Drept K_1-K_2 se recomandă a folosi comutatorul cu trei poziţii, cu deplasare lineară, piesă care se găseşte la magazinele de specialitate. Acest comutator are placa de fixare de 25,5 × 8,5 mm, prevăzută cu două orificii filetate situate la 19 mm. Grupul 1 + 3 contacte din stînga vor fi folosite drept K_1, iar grupul 1 + 3 din partea dreaptă, pentru K_2.

Ca borne se recomandă a fi folosite regletele de cuplare cu două sau mai multe cuiburi, folosite curent în radioreceptoare şi televizoare şi uşor de procurat din comerţ. Acestea se vor fixa pe o piseă în formă de „L" aşa după cum se arată în figura 53 b. Înălţimea i a acestei piese urmează a fi stabilită de constructor, deoarece ea este legată de materialul folosit în realizarea capacului AVO-metrului. Regletele vor fi aşezat una lîngă alta, aşa după cum se arată în figura 52.

Comutatorul K_1-K_2 va fi fixat în stînga instrumentului de măsură, iar potenţiometrul în partea din dreapta. Borna „— COMUN" se va fixa în partea dreaptă jos. Toate rezistoarele, precum şi diodele D_1-D_2 se vor fixa pe o plăcuţă ce va fi fixată la rîndul ei lîngă instrumentul de măsură sub scală. Pentru fixare se va folosi fie cablaj imprimat, fie capse. Poate fi folosit şi sistemul de prindere a rezistoarelor prin intermediul unei reglete de textolit, în care să fie introduse cuie de circa 10 mm, confecţionate din sîrmă de cupru groasă de 1 mm.

Capacul care va acoperi întregul montaj poate fi confecţionat din bucăţi de steclotextolit, consolidate în interior prin lipire cu cositor, sau din plăci de material plastic sau chiar placaj. Fereastra din dreptul instrumentului de măsură va fi prevăzută cu un geam fixat prin interior. Capacul va fi fixat de placa de bază prin 4—6 colţare. Partea din faţă a cutiei va fi prevăzută un capac de acces fixat cu două şuruburi şi care va permite introducerea bateriei R-20 în locaşul său. Legătura electrică între elementele componente ale schemei se va face cu fir izolat cu PVC, avînd diametrul de 0,5...1 mm. Pentru traseul de 800 mA se va folosi un conductor cu diametrul de 1,5 mm. Legăturile se vor executa în aceeaşi ordine în care s-a făcut etalonarea, după fiecare etapă fiind recomandată verificarea funcţionării schemei. Pentru notarea bornelor se recomandă folosirea setului de cifre „VITOLIT" care, după transfer, va fi acoperit prin pulverizarea cu lac de protecţie.

GENERATOR DE RADIOFRECVENȚĂ

Generatorul de radiofrecvență, cunoscut și sub denumirea de GSS (Generator de Semnale Standard), este un aparat utilizat pentru reglarea și verificarea instalațiilor lucrînd în domeniul radiofrecvențelor, cum ar fi radio-emițătoarele, radioreceptoarele, dispozitive de automatizare, traductoare specializate, voltmetre electronice etc. Pentru laboratorul electronistului amator, acest tip de aparat este foarte util, frecvența folosirii lui pentru diverse lucrări fiind foarte mare, ceea ce justifică și efortul de a-l realiza prin mijloace proprii.

Dintre schemele recomandate pentru realizarea unui asemenea aparat am ales pentru prezentare un model mai simplu, dar prevăzut cu toate facilitățile solicitate de o comodă și corectă folosire (fig. 56). Caracteristicile schemei sînt următoarele:

— Intervalul de frecvențe generate: 140 kHz — 30,3 MHz.

— Numărul de 6 subgame repartizate astfel: I — 140 ... 400 kHz; II — 380 ... 1000 kHz; III — 800 ... 2000 kHz; IV — 1,7 ... 4,7 MHz; V — 4,5 ... 13,5 MHz; VI — 13 ... 30,3 MHz.

— Felul modulației: MA (modulație de amplitudine) cu reglaj cuprins între 0...100 %.

— Frecvența de modulație: internă cu 1 000 Hz, sau externă: 100... ... 5 000 Hz.

— Tensiunea de RF de ieșire: max. 0,1 V cu posibilitate de reglaj.

— Tensiunea de alimentare: rețea 220 V sau baterie de 9 V.

— Gama temperaturii de lucru: + 10°C la + 50°C.

— Număr de tranzistoare folosite: 4.

Etajele (blocurile) funcționale care compun schema sînt: 1 — oscilatorul de radiofrecvență; 2 — oscilatorul de joasă frecvență; 3 — etajul de ieșire; 4 — etajul de alimentare.

Etajul oscilator de radiofrecvență, realizat cu tranzistoarele T_2 — T_3, are rolul de a furniza oscilații sinusoidale de radiofrecvență (RF) reglabile în mod continuu. Tot în acest etaj se realizează și modularea în amplitudine (MA) a semnalului RF de către semnalul de joasă frecvență (JF).

Valoarea radiofrecvenței generate este determinată de circuitul acordat format de C_{11} — C_{12} în derivație cu una din inductanțele L_1—L_2 selectată de comutatorul K_1.

Pentru modularea în amplitudine a semnalului de radiofrecvență cu o oscilație de joasă frecvență, schema este echipată cu un generator de 1 kHz (oscilatorul de joasă frecvență) tip RC, realizat cu tranzistorul T_1. Reglarea gradului de modulație (m %) se realizează cu ajutorul potențiometrului P_1.

Semnalul de 1 kHz, după ce trece prin filtrul L_7—C_6 — C_7 (care are rolul de a opri semnalele de radiofrecvență să pătrundă către P_1) este introdus prin C_8 în emitorul lui T_2.

Scoaterea generatorului de 1 kHz din funcțiune, pentru cazul în care se lucrează fără modulație, se face cu ajutorul întrerupătorului *Intr. 1* care practic întrerupe tensiunea de alimentare de 9 V.

Pentru modularea și cu alte frecvențe audio, este folosit întrerupătorul *Intr. 2,* care deconectează ieșirea potențiometrului P_1 și permite cuplarea din exterior la bornele *JF-Mod. ext.* a semnalului dorit. Tot la aceste borne putem prelua semnalul interior de 1 kHz în scopul de a-l folosi pentru diverse încercări.

Fig. 56

Semnalul de radiofrecvență modulat sau nemodulat este preluat direct din colectorul lui T_2 și introdus în baza etajului de ieșire, realizat cu T_4, montat ca repetor. Mai departe semnalul este cules potențiometric și dirijat o parte prin capacitorul C_{14}, iar altă parte prin C_{15}.

Partea de semnal care trece prin capacitorul C_{15} este detectată prin D_1 — D_2 și prin R_{11} pătrunde în aparatul de măsură, indicînd atît existența oscilațiilor, cît și nivelul etalon pe care trebuie să-l fixăm prin P_2.

Partea de semnal care trece prin capacitorul C_{14} reprezintă semnalul de ieșire din generator.

Acest semnal, înainte de a fi folosit, este introdus într-un atenuator în trepte, care asigură diminuarea cu 10 a amplitudinii, de la o treaptă la alta.

Selectarea treptei se face cu ajutorul comutatorului K_2. Impedanța de ieșire din atenuator este de circa 50 Ω. În prima treaptă a atenuatorului, semnalul se obține neatenuat.

Alimentarea generatorului poate fi făcută atît de la rețeaua de 220 V, cît și de la o sursă de curent continuu de 9 V obținută prin înserierea a șase baterii de 1,5 V.

Practic, aparatul poate fi echipat cu ambele posibilități de alimentare. Într-un asemenea caz, pentru ca redresorul să nu debiteze pe grupul de baterii, în serie cu acestea a fost introdusă dioda de blocare D_4.

Alimentarea de la rețea se face prin intermediul unui stabilizator de tensiune, în care tensiunea de referință este dată de dioda Zener D_3.

Pentru verificarea valorii tensiunii de alimentare se folosește același aparat de măsură, care se introduce în circuitul sursei cu ajutorul comutatorului K_3, trecut în poziția II.

Constructiv, generatorul cuprinde două părți distincte: cutia blocului de radiofrecvență și cutia generatorului propriu-zis.

Cutia blocului de radiofrecvență reprezintă o construcție, bine executată din punct de vedere electronic, în care vor fi introduse toate piesele schemei aflate în interiorul perimetrului punctat, așa după cum este arătat în figura 56.

Rolul acestei ecranări este de a nu permite diverselor circuite să radieze în exterior frecvențe radio, care în cazul în care sînt puternice ar putea pătrunde direct în instalațiile supuse măsurătorilor. Dimensiunile acestei cutii, care se va confecționa din tablă de fier cositorită groasă de 0,2 — 0,5 mm, vor fi stabilite după procurarea tuturor pieselor, inclusiv capacitorul variabil C_{12}. Acesta va fi de tipul capacitor variabil cu două secțiuni pe ax, folosite în radioreceptoarele staționare.

De la un asemenea condensator vom folosi o singură secțiune care trebuie să aibă valoarea de max. 500 pF.

Toate piesele din cutia ecranată vor fi fixate pe o placă cu cablaj imprimat prevăzută la colțuri cu patru distanțieri de circa 10 mm lungime, fixați de partea unde se află cablajul imprimat. De acești distanțieri se va prinde, cu șuruburi M3, partea de jos a cutiei ecran, parte care va avea forma unui capac cu o bordură de circa 12 mm. Peste acest capac se va fixa prin cositorire partea de sus a ecranului. Axul capacitorului variabil va fi prelungit cu un ax confecționat din material plastic, așa fel ca din cutia-ecran să iasă în exterior numai partea izolată.

De asemenea, și axul comutatorului de game, K_1, va fi prelungit cu un ax din material izolant. În cazul cînd nu se dispune de un asemenea comutator, atunci acesta poate fi înlocuit cu un număr de șase bucșe care vor fi legate la capetele bobinelor și un fir cu banană care să fie mutat manual de la o poziție la alta, funcție de subgama pe care se lucrează. În cazul folosirii

acestui sistem va trebui ca această regletă cu bucșe, împreună cu firul de legătură, să fie protejate de o cutie ecranată, prevăzută cu un capac de acces pus pe panoul frontal. Bobinele vor fi realizate conform tabelului 8.

Cutia generatorului va fi confecționată din tablă de fier sau aluminiu și va avea dimensiunile de 300 × 200 × 180 mm.

Panoul frontal va avea o suprafață de 300 × 200 mm și va fi ocupat în cea mai mare parte de scala pe care vor fi notate frecvențele generate. Aceasta va consta dintr-o suprafață de carton avînd dimensiunea de 180 × × 180 mm și prevăzută în centru cu un orificiu prin care va trece axul capacitorului variabil C_{12}. De acest ax va fi fixat un ac indicator, confecționat din sîrmă cu diametrul de 0,5 mm. Pe suprafața de carton vor fi trasate șase semicercuri, fiecare corespunzînd unei subgame. Pe aceste semicercuri vom însemna cu tuș valoarea în cifre a frecvenței generate pentru diversele poziții ale acului indicator.

Pentru operația de etalonare se poate folosi un frecvențmetru profesional sau un undametru lucrînd prin metoda bătăilor.

În cazul cînd nu putem beneficia de asemenea aparate se poate recurge la o metodă destul de precisă și ușor de aplicat. Metoda are la bază faptul că semnalul produs de generator poate fi recepționat cu ușurință de orice radioreceptor tip superheterodină. Astfel, cînd frecvența de modulație a generatorului nostru este auzită exact în aceeași poziție de acord a receptorului corespunzătoare unui post de radio cunoscut, rezultă că cele două frecvențe sînt egale.

Exemplificînd, să presupunem că avem radioreceptorul fixat pe frecvența stației de radio de la Brașov, care știm că emite pe 155 kHz. Apropiem un fir cuplat direct la borna de ieșire de radiofrecvență a generatorului de radioreceptor. Cu comutatorul K_1 fixat pe subgama I vom roti ușor capacitorul C_{12} pînă cînd în difuzor se va auzi frecvența de 1 000 Hz.

Această poziție a lui C_{12} corespunde cu frecvența de 155 kHz și va fi marcată pe scala generatorului cu valoarea respectivă. Pentru a cunoaște frecvența exactă a diverselor stații de radiodifuziune din gama undelor lungi, medii și scurte, în tabelul 9 prezentăm, în ordine crescătoare a frecvenței, stațiile de radio naționale și două stații etalon.

Pentru încadrarea în domeniul de frecvență repartizat fiecărei subgame, se va acționa în gama frecvențelor mici asupra inductanței prin rotirea miezului de ferită, iar în zona frecvențelor superioare din subgamă, se va acționa asupra capacitorului semivariabil tip trimer C_{11}. În cazul în care capacitatea inițială trebuie mărită, se va monta în derivație cu C_{11} la început un capacitor de 5 pF, iar apoi dacă e necesar unul de 10 pF.

Divizorul de tensiune realizat cu rezistoarele R_{14} — R_{21} va fi inclus într-o casetă separată de generator și conectată de acesta printr-un cablu coaxial lung de circa 750 mm. Caseta care va conține acest divizor va fi astfel construită încît fiecare rezistor să fie fixat singur într-un compartiment, în scopul de a evita cuplajele parazite dintre acestea.

Alegerea tensiunii de lucru se va face cu ajutorul unor bucșe și a unui fir cu banană.

Divizorul de tensiune poate fi fixat și în interiorul cutiei generatorului, dar, în acest caz, va fi necesară o casetă de ecranare cu compartimente pentru fiecare rezistor, casetă care să închidă și comutatorul K_2.

Tabelul 8

Nr. de ordine al inductanței	Gama de frecvență asigurată	Valoarea inductanței	Numărul de spire	Carcasa folosită	Felul bobinajului	Lățimea bobinajului	Conductorul folosit
L_1	140 kKz la 400 kHz	2,5 mH	480	Carcasa cu 4 galeți cu miez de ferită Dimens. miezului: Ø = 3 mm; l = 15 mm. Lățimea unui galet = 2 mm; Ø = 4,5 mm	Spiră lîngă spiră. 120 spire în fiecare galet	9 mm	Sîrmă CuEm cu Ø = 0,2 mm
L_2	380 kHz la 1 MHz	350 μH	170	IDEM, din care se folosesc numai doi galeți (al 2-lea și al 3-lea)	Idem cu 85 spire în fiecare galet	4,5 mm	Idem
L_3	800 kHz la 2 MHz	85 μH	14	Carcasă tip 48089 cu Ø = = 6 mm cu miez de ferită avînd Ø = 3 mm; l = = 10 mm	Spiră lîngă spiră	5 mm	Sîrmă CuEm cu Ø = 0,3 mm
L_4	1,7 MHz la 4,7 MHz	20 μH	12	Fără carcasă. Bobinarea se face pe un dorn cu Ø = 20 mm	Spiră lîngă spiră	20 mm	Sîrmă CuEm cu Ø = 1,5 mm
L_5	4,5 MHz la 13,5 MHz	2,8 μH	8	Idem, cu dorn avînd Ø = = 10 mm	Spiră lîngă spiră	12 mm	Idem
L_6	13 MHz la 30,3 MHz	0,32 μH	3	Idem	Idem	5 mm	Idem

Tabelul 9

Frecvența [*kHz*]	*Lungimea de undă* [*metri*]	*Localitatea*	*Puterea emițătorului* [*kW*]
155	1 935	Brașov	1 200
603	497,5	București	
630	476,2	Timișoara	400
711	421,9	Sighet	30
720	416,7	Oradea	7
756	396,8	București	400
855	350,9	București II	1 500
909	330	Cluj	50
1 053	284,9	Iași	1 000
1 152	260,4	Cluj	950
1 179	254,4	Bacău	200
1 314	228,3	Timișoara	30
1 332	225,2	Galați	—
1 404	213,1	Baia Mare	15
1 530	196,07	Mihăileni	—
1 593	188,3	Oradea	7
5 000	60,0	Taskent (etalon) URSS	1
7 252	41,52	București	120
9 550	31,41	București	120
5 155	48,74	București	120
10 000	30,0	RTA (etalon) (Novosibirsk URSS	

Ca aparat de măsură (200 µA) se va folosi unul din tipurile recomandate pentru realizarea AVO-metrului descris la pagina 142.

Ajustarea rezistoarelor R_{11} şi R_{12} se va face astfel ca acul indicator să se oprească în zona corespunzătoare pentru + 3/4 din scală.

MILIVOLTMETRU DE C.A.

Pentru efectuarea de măsurători de tensiuni mici, alternative, în domeniul 10 Hz la 1 MHz prezentăm în figura 57 un milivoltmetru alimentat de la reţea şi prezentînd o impedanţă de intrare de circa 500 k Ω. Milivoltmetrul este prevăzut cu şase subgame de măsură împărţite astfel: I — 0... ...3 mV; II — 0 ... 10 mV; III — 0 ... 30 mV; IV — 0 ... 100 mV; V — 0 ... ... 300 mV; VI — 0 ... 1 000 mV.

Precizia care se obţine cu acest milivoltmetru este de circa 3%.

Aparatul indicator va fi un microampermetru de 200 µA obţinut prin transformarea unui indicator de nivel folosit la casetofoane. Operaţiile de transformare a instrumentului vor fi efectuate după indicaţiile date pentru construirea AVO-metrului (v. p. 142).

Va trebui avut însă în vedere faptul că pentru milivoltmetrul de faţă aparatul de măsură va lucra în poziţia verticală, motiv pentru care acul indicator nu va fi prelungit mult; dacă dorim totuşi să prelungim mai mult acul indicator, va fi necesară echilibrarea sistemului mobil, prin încărcarea cu cositor a braţului de echilibrare. Această operaţie este mai uşoară dacă se foloseşte un instrument de producţie Tesla.

Etajul de intrare în milivoltmetru este asigurat de un etaj repetor pe emitor, realizat cu un tranzistor *npn* tip BC 108 sau BC 109, care de regulă asigură un nivel mic de zgomot pentru acest domeniu de frecvenţă. Semnalul alternativ ce trebuie măsurat se aplică bazei lui T_1 prin capacitorul C_1, care va trebui să aibă o valoare cuprinsă între 50 nF la 100 nF şi o tensiune de lucru de 100 V. Acest condensator va fi nepolarizat şi va fi ales dintre tipurile cu dielectric hîrtie sau plastic.

Polarizarea bazei lui T_1 este asigurată de rezistoarele R_7 — R_8 — R_9. Semnalul este preluat din emitor prin intermediul comutatorului K_1, iar prin C_3 — R_{11} este aplicat bazei tranzistorului T_2 pentru a fi amplificat. Comutatorul K_1 este tip circular şi are un număr de şase poziţii. În lipsa acestuia se poate folosi un număr de şase bucşe care să joace rolul ploturilor comutatorului K_1 şi un fir cu banană care să joace rolul braţului rotitor.

Tensiunea aplicată bazei, se regăseşte cu o foarte mică atenuare la bornele emitorului.

Pentru cea mai mică tensiune măsurată, respectiv domeniul 0 ... 3 mV, comutatorul K_1 se va afla în poziţia I, ceea ce înseamnă că se va culege întreaga tensiune existentă între emitor şi masă.

Pentru valoarea de 3 mV, amplificatorul de curent alternativ realizat cu T_2 şi T_3 va trebui să asigure deplasarea acului indicator al aparatului de măsură pînă la extremitatea maximă din dreapta a scalei sale. Rezultă că sensibilitatea montajului pentru un semnal aplicat bazei tranzistorului T_2, va fi de 3 mV.

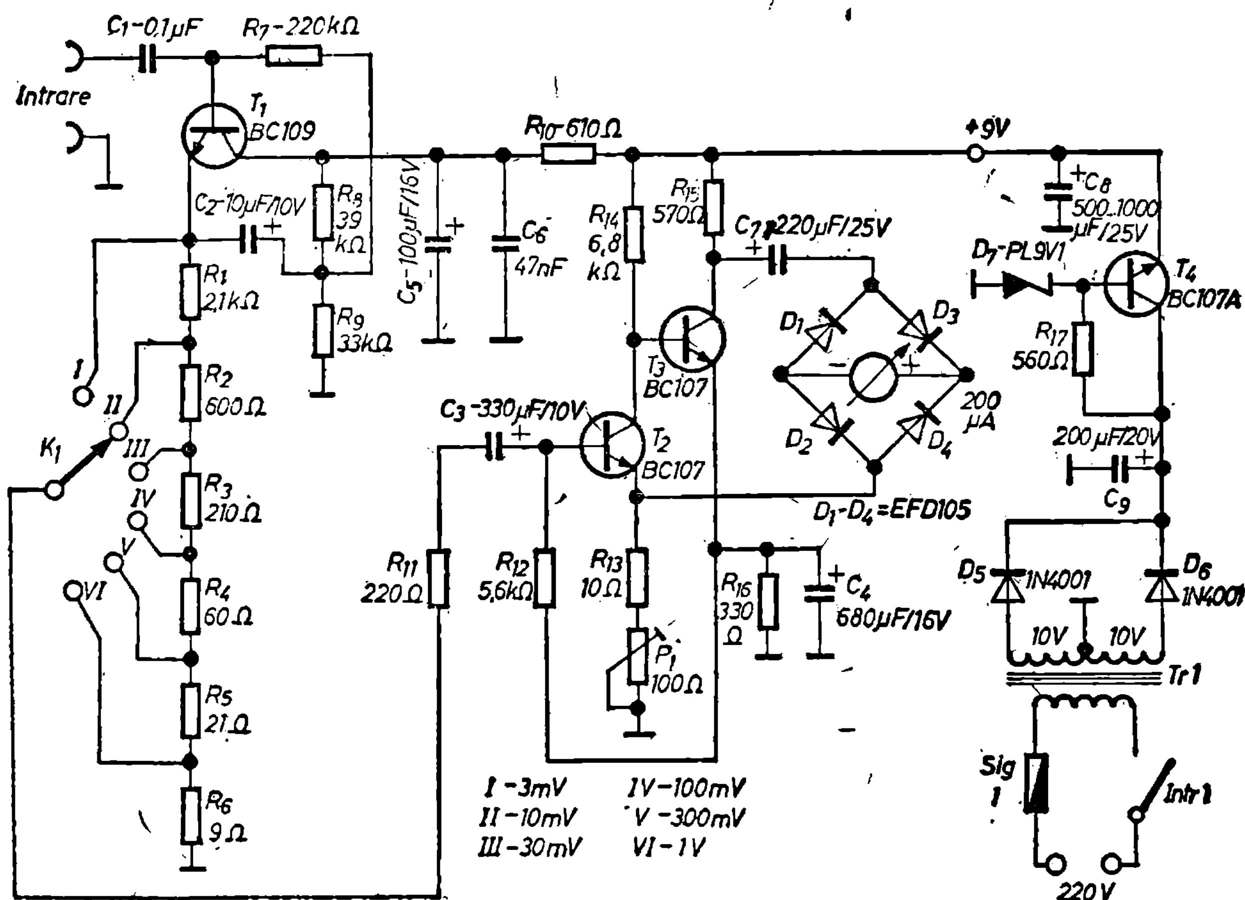


Fig. 57

Cînd bazei lui T_1 i se aplică tensiuni de măsurat mai mari de 3 mV, va fi necesar să culegem potențiometric semnalul care va merge către baza lui T_2 în așa fel ca totdeauna tensiunea maximă aplicată acesteia să nu depășească 3 mV.

Rezistoarele din circuitul de emitor al tranzistorului T_1 sînt calculate pentru a asigura pentru oricare din cele 6 poziții de lucru aceeași tensiune de 3 mV, pentru baza lui T_2.

Astfel, dacă la intrare pe bază aplicăm o tensiune de 1000 mV, această tensiune o găsim, în principiu, între emitor și masă. Pentru a o putea măsura, va fi necesar ca din valoarea de 1 000 mV să culegem doar 3 mV, ceea ce înseamnă un raport de:

$$n = \frac{1000}{3} = 333{,}333.$$

Această divizare a tensiunii trebuie să o asigure grupul de rezistoare R_1 — R_6, rezistoare prin care circulă curentul de colector al tranzistorului T_1. Notînd acest curent cu i și aplicînd legea lui Ohm rezultă pentru cazul tensiunii de 1000 mV următoarea egalitate:

$$1\,000 \text{ mV} = i_c(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6).$$

Pentru măsurarea tensiunilor pînă la 1 V comutatorul va fi trecut în poziția VI, respectiv către baza lui T_2 va pleca tensiunea ce se culege de la bornele rezistorului R_6.

Tensiunea la bornele acestuia va trebui să fie, așa după cum s-a arătat mai înainte, de 3 mV, adică:

$$3 \text{ mV} = i_c \times R_6.$$

Raportul tensiunilor de data aceasta va fi:

$$\frac{1000 \text{ mV}}{3 \text{ mV}} = \frac{i_c (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6)}{i_c \times R_6} =$$

$$= \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6}{R_6} = 333,333.$$

Dacă luăm suma celor șase rezistoare egală cu 3 000, găsim valoarea lui R_6:

$$R_6 = \frac{3000}{333,333} = 9 \ \Omega.$$

În cazul în care nu găsim valoarea de 9 Ω, vom putea folosi două rezistoare de 18 Ω cuplate în derivație.

Pentru poziția de măsură V, raportul între tensiuni și rezistoare va fi:

$$\frac{300 \text{ mV}}{3 \text{ mV}} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6}{R_1 + R_2}$$

sau:

$$\frac{300 \text{ mV}}{3 \text{ mV}} = \frac{3\ 000}{R_1 + R_2}.$$

Avînd în vedere că $R_1 = 9 \ \Omega$ găsim:

$$\frac{300 \text{ mV}}{3 \text{ mV}} = \frac{3\ 000}{9 + R_2} = 100.$$

De aici:

$$R_2 = \frac{3000}{100} - 9 = 30 - 9 = 21 \ \Omega.$$

În același mod se vor calcula și celelalte rezistoare din lanțul de divizare.

Suma rezistoarelor $R_1 - R_6$ de 3 000, nu este critică, ea putînd diferi cu ± 1 000, calculele desfășurîndu-se în același mod.

Urmărind schema în continuare se observă că semnalul amplificat de T_2 este introdus direct în baza lui T_3.

Polarizarea lui T_2 se asigură prin R_{12} care preia tensiunea de la bornele rezistorului de emitor R_{16}, procedeu care asigură și o reacție negativă în curent. Amplificarea etajului se reglează în limite mici prin modificarea valorii potențiometrului semireglabil P_1.

După amplificare și în T_3, semnalul alternativ este introdus prin C_7 în puntea $D_1 - D_4$. Semnalul dublu redresat este introdus în aparatul de măsură de 200 microamperi.

Alimentarea montajului este asigurată de un bloc redresor stabilizat ceea ce va asigura păstrarea parametrilor de lucru ai milivoltmetrului.

Transformatorul *Tr. 1* va fi realizat pe un pachet de tole, avînd o secțiune de minim 3 cm^2.

Etalonarea aparatului se poate face în mai multe feluri. Cel mai simplu este să folosim un generator audio care are ieșirea etalonată; de asemenea, se poate folosi un milivoltmetru profesional cuplat în derivație cu cel construit de noi sau un oscilograf catodic.

În lipsa acestor posibilități, se poate folosi următoarea metodă:

Se realizează un transformator de rețea care să aibe în secundar o înfășurare capabilă să asigure o tensiune de 1 V. În derivație pe această înfășurare se conectează un număr de zece rezistoare de 100 Ω legate în serie. În felul acesta vom putea etalona scala pentru poziția de 1 V, deoarece la bornele fiecărui rezistor de 100 Ω se va afla o tensiune de 100 mV.

În mod normal, etalonarea efectuată pe această scală trebuie să se păstreze și pentru pozițiile de 10 mV și 100 mV.

Pentru a face o verificare, se scoate rezistorul de 100 Ω de la unul din capete și se înlocuiește cu 10 rezistoare de 10 Ω. De data aceasta, la bornele fiecărui rezistor de 10 Ω vom găsi o tensiunede 10 mV, ceea ce ne va permite verificarea scalei pentru poziția de lucru 1V precum și etalonarea pentru poziția de lucru V.

Schimbînd poziția grupului de 10 rezistoare de cîte 10 Ω în locul celui de al doilea rezistor de 100 Ω se va putea efectua etalonarea pentru zona 100 mV la 200 mV din 10 în 10 mV.

În continuare, se va muta grupul de 10 rezistoare de 10 Ω în locul celui de al treilea rezistor de 100 Ω, ceea ce va permite etalonarea în zona 200 mV la 300 mV. Dacă la aplicarea tensiunii de 1 V la intrarea milivoltmetrului aflat pe poziția VI, acul μA nu deviază pînă la capătul din dreapta sau din contră deviază prea mult, atunci se va acționa asupra potențiometrului P_1 pînă la încadrarea în poziția normală.

În situația limită, cînd nici reglarea din P_1 nu este suficientă, atunci se va modifica rezistorul R_{16} cu maxim ± 200 Ω față de valoarea din schemă.

VOLTMETRU ELECTRONIC DE C.C.

Dintre aparatele electronice cel mai des utilizate în măsurătorile de laborator efectuate de electroniștii amatori, se numără fără îndoială voltmetrul electronic de curent continuu. Este normal că pentru măsurarea tensiunilor continue nepretențioase să folosim un AVO-metru; în cazul în care este însă necesar să măsurăm tensiuni de polarizare, tensiuni de la bornele unor rezistoare de valoare ridicată, în general tensiuni ale circuitelor electronice care nu trebuie șuntate de impedanța de intrare a aparatului de măsură, atunci se va folosi obligatoriu un voltmetru electronic.

Un asemenea voltmetru este util și pentru măsurători asupra schemelor din domeniul automatelor electronice, respectiv din multele scheme prezentate în lucrarea de față.

Caracteristica de bază a schemei propuse în figura 58 este rezistența de intrare (R_i) mare pe care o prezintă. Practic, R_i al voltmetrului propus are o valoare în jur de 10 M Ω, asigurată de folosirea tranzistoarelor cu efect de cîmp.

Precizia măsurătorilor este de 1%, iar domeniul temperaturii de lucru este cuprins între + 10°C la + 50°C. Alimentarea este asigurată de un redresor stabilizat care produce o tensiune dublă, de 9 V, avînd mijlocul conectat la masă. Schema funcționează pe principiul punții echilibrate, realizată cu tranzistoarele $T_1 - T_4$ alimentată prin intermediul unui generator de curent, realizat cu tranzistorul T_5. Domeniul de măsură este cuprins între 0 V ... 1 000 V și este împărțit în șapte subgame: I — 0 ... 1 V; II — 0 ... ... 5 V; III — 0 ... 10 V; IV — 0 ... 50 V; V — 0 ... 100 V; VI — 0 ... 500 V; VII — 0 ... 1 000 V.

Tensiunea U_M ce trebuie măsurată se aplică la bornele de intrare $a - b$, de unde pătrunde în divizorul format din rezistoarele $R_1 - R_8$ înseriate. Aceste rezistoare sînt calculate așa fel încît tensiunea maximă culeasă pentru fiecare subgamă să fie de 0,208333 V.

Astfel, cînd comutatorul K se află în poziția de măsură $I = 1$ V și la bornele de intrare $a - b$ se aplică o tensiune de 1 V prin divizorul $R_1 - R_8$ va circula un curent de:

$$i_D = \frac{1\ \text{V}}{9\,600\,000\ \Omega} = 0{,}1041666\ \mu\text{A}.$$

Între plotul I al comutatorului K și masă se culege o tensiune egală cu:

$$U_I = i_{DI} \times (R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8) =$$

$$= 0{,}1041666 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^6 = 0{,}208333\ \text{V}.$$

Această tensiune este condusă prin R_9, în poarta G a tranzistorului T_3 producîndu-se dezechilibrul care va face ca acul microampermetrului „μA" să devieze pînă la capăt, unde se va afla cifra 1 aparținînd scalei I.

La trecerea comutatorului K în poziția II și aplicarea la bornele $a - b$ a unei tensiuni de 5 V, prin divizor va circula un curent de:

$$i_{DII} = \frac{5\ \text{V}}{9600\,000\ \Omega} = 0{,}5208333\ \mu\text{A}.$$

Între plotul II al comutatorului și masă se va culege tensiunea:

$$U_{II} = i_{DII} \times (R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8) =$$

$$= 0{,}5208333 \times 10^{-6} \times 0{,}4 \times 10^6 = 0{,}208333\ \text{V}.$$

Același lucru îl putem verifica pentru ultima poziție de lucru, poziția VII, cînd la bornele $a - b$ se aplică 1 000 V.

Curentul prin divizor pentru acest caz va fi:

$$i_{DVII} = \frac{1\,000\ \text{V}}{9\,600\,000\ \Omega} = 104{,}16666\ \mu\text{A}.$$

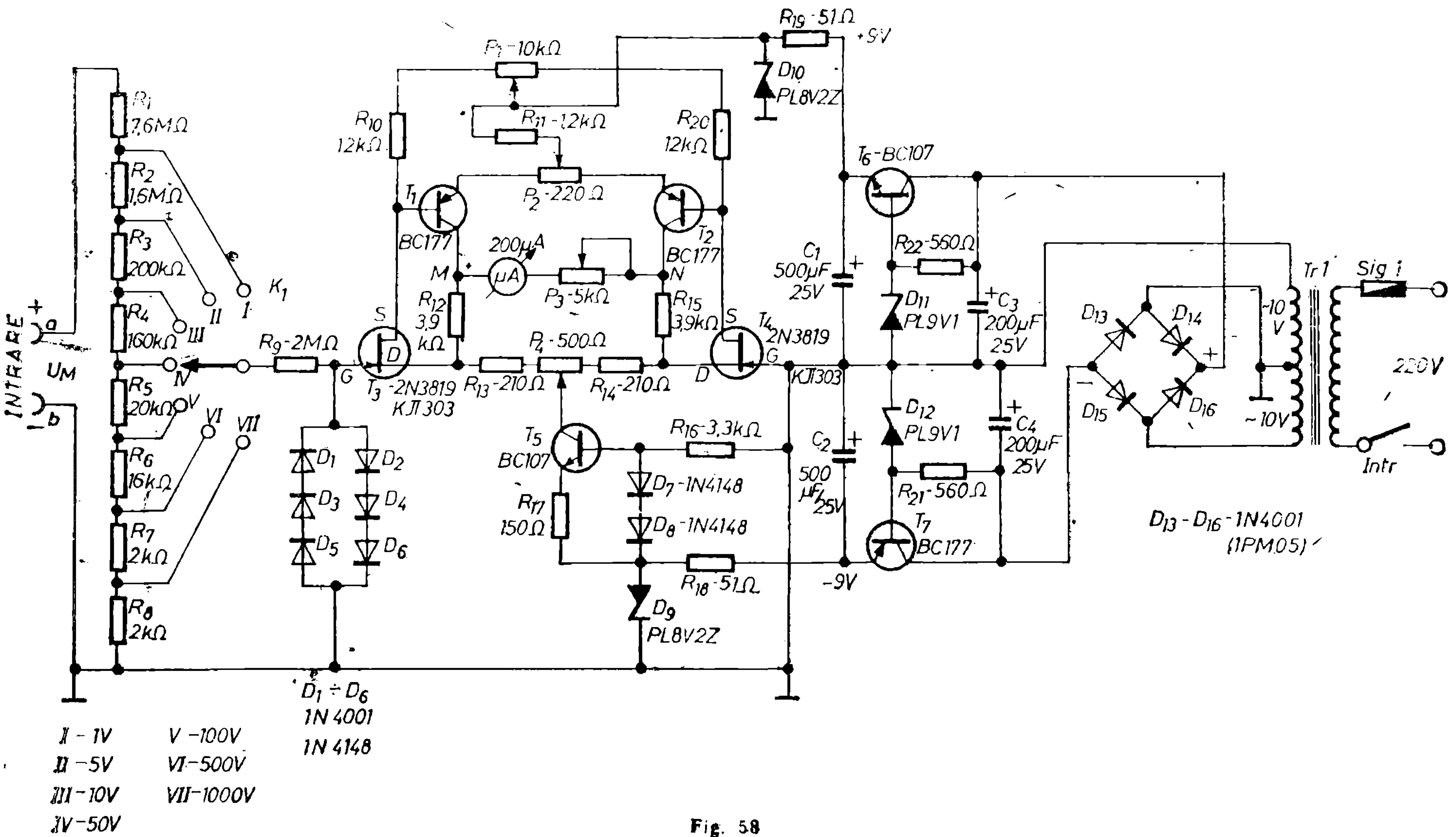

INTRARE
+ a
- b
U_M
R_1 7,6MΩ
R_2 1,6MΩ
R_3 200kΩ
R_4 160kΩ
R_5 20kΩ
R_6 16kΩ
R_7 2kΩ
R_8 2kΩ
K_1
I II III IV V VI VII
R_9 - 2MΩ
R_{10} 12kΩ
P_1 - 10kΩ
R_{11} - 12kΩ
R_{20} 12kΩ
R_{19} - 51Ω
+9V
D_{10} PL8V2Z
T_1 BC177
P_2 - 220Ω
T_2 BC177
200μA
μA
M
N
P_3 - 5kΩ
R_{12} 3,9 kΩ
R_{15} 3,9kΩ
S D G
T_3 - 2N3819 KП303
T_4 2N3819 KП303
R_{13} - 210Ω
P_4 - 500Ω
R_{14} - 210Ω
D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6
T_5 BC107
R_{17} 150Ω
R_{16} - 3,3kΩ
D_7 - 1N4148
D_8 - 1N4148
R_{18} - 51Ω
D_9 PL8V2Z
C_1 500μF 25V
C_2 500 μF 25V
-9V
T_6 - BC107
R_{22} - 560Ω
D_{11} PL9V1
C_3 200μF 25V
D_{12} PL9V1
C_4 200μF 25V
R_{21} - 560Ω
T_7 BC177
D_{13} D_{14} D_{15} D_{16}
~10 V
~10V
Tr 1
Sig 1
220V
Intr
D_{13} - D_{16} - 1N4001 (1PM05)
D_1 ÷ D_6 1N 4001 1N 4148
I - 1V
II - 5V
III - 10V
IV - 50V
V - 100V
VI - 500V
VII - 1000V

Fig. 58

iar tensiunea între plotul VII și masă va fi:

$$U_{VII} = i_{DVII} \times R_8 = 104,16666 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3 = 0,208333 \text{ V}.$$

De reținut că oricare ar fi subgama de lucru, la intrarea în tranzistorul T_3 se aplică aceeași tensiune. Diodele D_1 — D_6 cuplate în derivație pe semnalul de intrare asigură protecția intrării tranzistorului T_1 la supratensiuni accidentale mai mari de 3 V. Diodele D_1 — D_3 — D_5 înseriate asigură protecția pentru supratensiunile negative, iar D_2 — D_4 — D_6 pentru cele pozitive.

Toate aceste șase diode vor trebui să fie bine verificate înainte de a fi conectate în montaj, urmărindu-se ca valoarea curentului invers prin diodă, să fie sub 0,1 nA. În poziția de echilibru a schemei, adică atunci cînd la bornele de intrare nu este aplicată nici o tensiune, curentul prin tranzistorul T_1 este egal cu cel prin perechea sa T_2, iar cel din T_3 cu cel din T_4. Avînd în vedere că și rezistoarele din circuitul tranzistoarelor T_1 — T_2 care formează brațele punții sînt egale, rezultă că între punctele diagonalei M — N nu va exista nici o cădere de tensiune și ca atare prin aparatul de măsură nu va circula nici un curent.

Pentru obținerea unui echilibru cît mai corect, în schemă se află potențiometrii P_1 — P_2 și P_4. Potențiometrii P_2 și P_4 sînt de tip semireglabil (trimer), iar P_1 este de tip normal cu ax și va fi scos pe panou pentru a se efectua reglarea la zero.

Potențiometrul P_3 folosește pentru încadrarea deviației acului indicator al aparatului de măsură, pentru capătul din dreapta al scalei.

Ca aparat de măsură se poate folosi un indicator de nivel folosit curent la radiocasetofoane și modificat așa cum este arătat la p. 142 privind construcția AVO-metrului.

Generatorul de curent realizat cu T_5 primește tensiunea de polarizare prin R_{16} înseriată cu diodele D_7 — D_8.

Alimentarea punții se face prin intermediul cursoarelor potențiometrelor P_1 și P_4. Pentru o bună funcționare este necesar ca tranzistoarele pereche să aibă același β, fiind recomandată o valoare cuprinsă între 100 și 130.

Transformatorul Tr. 1 va fi realizat pe un pachet de tole avînd o secțiune de minim 4 cm². În locul redresorului pot fi folosite baterii $R14$ sau $R20$ sau grupuri de microacumulatoare.

Comutatorul K poate fi de tip rotativ sau poate fi înlocuit cu un sistem de bucșe în care se introduce un fir cu banană. Cu rezultate bune pot fi folosite și comutatoarele tip claviatură.

Rezistoarele folosite pentru divizor vor avea o toleranță de 0,5% — 1%.

După realizarea montajului se va trece la etalonarea scalei acestuia. În principiu se va folosi aceeași metodă ca cea prezentată anterior la etalonarea AVO-metrului pentru poziția de lucru în c.c.

Înainte de etalonarea propriu-zisă se va executa reglajul de zero al aparatului. Pentru aceasta, scurtcircuităm bornele de intrare a — b și cu potențiometrul P_1 aflat cu cursorul la mijlocul cursei se reglează P_2, iar apoi P_4 pînă cînd acul indicator al aparatului de măsură stă în poziția „0".

În continuare, se elimină șuntarea și cu K în poziția I se cuplează la bornele de măsură a — b o tensiune de 1 V. Rotind cursorul lui P_3 se va

căuta ca acul instrumentului de măsură să ajungă la deviaţia maximă din dreapta. Se va repeta aceeaşi operaţie pentru tensiunile de 5 V şi 10 V. Dacă la măsurarea unei aceleiaşi tensiuni pe diferite subgame se obţin valori care diferă cu mai mult de 5% din valoarea reală, atunci se va verifica mai întîi precizia rezistorului din circuitul divizorului, iar apoi a rezistoarelor din braţele punţii. Pe timpul folosirii aparatului se recomandă ca înainte de efectuarea unei măsurători bornele de intrare să fie scurtcircuitate şi cu ajutorul potenţiometrului P_1 scos pe panou să realizăm aducerea la zero a acului indicator.

CUPRINS

Capitolul 6 — RADIOELECTRONICĂ

Capitolul 7 — APARATE DE MĂSURĂ

Lector : G. FOLESCU
Tehnoredactor : GABRIELA ILIOPOLOS

Bun de tipar : 22.II.1989 Apărut : 1989
Comanda nr. 2868
Coli de tipar : 10,5

Tiparul executat sub comanda nr. 80 497
Combinatul poligrafic „Casa Scînteii"
Piața Scînteii nr. 1. București
Republica Socialistă România



Lei 17,50



Volumul prezintă tinerilor electroniști amatori o grupare de montaje din domeniul automatelor electronice precum și din alte compartimente ale electronicii.
Utile și atractive mo..aje ca: automat pentru bazine, comandă sonoră, barieră foto, telecomandă prin radio, stroboscop cu LED, decodor stereo, generator de ritm, triplor de tensiune, etc. oferă în același timp o bună ocazie de îmbogățire a cunoștințelor teoretice și practice.

CONSTRUCȚII ELECTRONICE PENTRU TINERII AMATORI

ISBN 973-24-0033-1